

Math.O.
1955

TUDOMÁNYOK

CSARNOKA.

III.

NÉPSZERŰ CSILLAGÁSZAT.

TUDOMÁNYOK
CSARNOKA.

A MÍVELT RENDEK

SZÜKSÉGEIHEZ ALKALMAZOTT KÉZIKÖNYVEK.

A MAGYAR HÖLGYEK DÍJALAPÍTVÁNYÁBÓL

ESZKÖZLÉS KIADJA

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADEMIA.

HARMADIK KÖTET,
NÉPSZERŰ CSILLAGÁSZAT.

PEST.

EMICH GUSZTÁV TULAJDONA.

1864,

Math. O. 1955

303633 vk

NÉPSZERŰ CSILLAGÁSZAT.

A MÍVELT RENDEK
SZÜKSÉGEIHEZ ALKALMAZVA.

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADEMIA ÁLTAL A MAGYAR HÖLGYEK
DÍJÁVAL KOSZORÚZOTT

P Á L Y A M Ű.

IRTA

HOLLÓSY JUSZTINIÁN

BENEDEKRENDI ÁLDOZÁR, A SZ. MM. ÉS BÖLCSELEM TUDORA, A PAN-
NONHEGYI PAPNÖVELDÉBEN A TERMÉSZETTAN TANÁRA, A MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADEMIA LEVELEZŐ TAGJA.

Math. O. 1955

PEST,
EMICH GUSZTÁV TULAJDONA.
1884.

„A csillagászati kérdemények egyszerűbb természetűek“.

ELŐSZÓ.

NEGYVENNYOLCZ magyar nő Balogh Pál akadémiai rendes tag által 1860-tól fogva tíz évre, évenként száz negyvennégy darab aranyat kötelezett azon célra, hogy pályázás útján minden évben négy tudományi kézikönyv készítettén, egy évtized alatt negyven, az illető szakok állásának s a művelt rendek szükségeinek megfelelő, közhasznu ismereteket tárgyzó, vonzó előadásu, tiszta és szabatos nyelvű munka birtokába jöjön a magyar irodalom; s ez által is a közértelmiség sikeres haladása előmozdításék. Az ügy kezelését s a jutalomtételeknek egyenként háromszáz forintig kiegészítését, úgy a koszorúzendő munkák kiadását az Akadémia elfogadván, meghatározza e kézikönyvek tárgyát, kiterjedését s netáni formai feltételeit.

Az alapítók akaratahoz képest okvetlenül szükséges, hogy a felvett tárgyak alaposan, a tudomány állásához, a kor érdekeihez, úgy a magyar művelt rendek szükségei s készületei fokához mértén dolgoztassanak ki; mi ki nem zárja azt, hogy egyenesen a czélnek megfelelő angol, francia, német ily munkák ne vétesenek fel alapúl; de ily esetben a bírálathoz körül egybevetés végett az eredetiek is bozzácsatoltassanak a pályá-



műhöz, megjegyeztetvén egyszersmind, hogy hason becsü eredeti mű mégis elsőséget nyer az átdolgozott mű felett. A jutalom csak úgy adatik ki, ha a legjobbnak ítelt könyv egyszersmind a fentebbi minőségekkel bírva, az alapítók által kitűzött célnak megfelel.

Tekintve az ügy fontosságát, s azt, hogy az Akadémia tulajdonává levő kézikönyvek keletre számíthatnak, az Akadémia 1860-ban ez évenkénti négy pályázathoz még négyet csatolt, úgy hogy a hölgyek alapítványa már nem negyven, hanem nyolczvan kézikönyvet fog előidézni, ha az író közönség is lelkesen fog a szép eszme létesítésében kezdet azokkal, kik azt lehetővé tették: kiknek névlajstroma, a dolog emlékezetéül, itt is besoroztatik.

Azon lelkes nők, kik 1860-ban a felebbi összegnek tíz éven át befizetésére kötelezték magukat, a következők:

Gr. Andrássy Gyuláné, szül. Kendeffy Katinka grófnő; gr. Andrássy Manóné, szül. Pálffy Gabriella grófnő; Balogh Melania kisasszony; gróf Bánffy Miklósné, szül. Bethlen Kata grófnő; Bárczay Lónyay Piroska; gr. Batthyány Lajos özvegye, szül. Zichy Antonia grófnő; Csekonics-Lipthay Leonia bárónő; özv. Czékus Mártonné, szül. Czékus Klementina; Fekete Lászlóné, szül. Ruttkay Amália; Festetics-Almásy Adél grófné; özvegy Forray-Brunszvik Julia grófné; báró Gerliczy Vinczéné, szül. Sztankovánszky Erzsébet; báró Gerliczy Felixné, szül. Kornis Luiza grófnő; özvegy Gyürky Pálné, szül. Vay Erzsébet grófnő; özvegy Kállay-Blaskovich Amália; gróf Karácsonyi Guidóné, szül. Marczibányi Mária; Karácsonyi-Kis Franciska; gróf Károlyi Edu-

árdné, szül. Kornis Klarissza grófnő; gróf Kornis Zsigmondné, szül. Győrffy Berta bárónő; Bohus-Szögyényi Antónia; gróf Kinszkyné, szül. Dadányi Ifigenia; özvegy Kóczián Józsefné, szül. Puky Franciska; özvegy Kovács-Nedeczky Mária; Kuun-Gyulay Constantia grófné; Laffert-Koncz Mathilde báróné; Latinovics-Somsich Mária; Lónyay-Kazinczy Otilia; Lónyay Menyhértne, szül. Kappl Emma; özvegy Matkovics-Rhédey Anna; gróf Nádasdy Leopoldné, szül. Forray Julia grófnő; Návay-Almásy Anna; Nedeczky Ágnes kisasszony; herceg Odescalchy Gyuláné, szül. Degenfeld grófnő; özvegy Pázmándy-Domokos Lidia; Plachy-Ruttkay Mária; gróf Szapáry Ferenczné, szül. Almásy Rozália; Szodoray-Platthy Emilia; özvegy Szücs Lajosné; gróf Nákó Kálmánné, szül. Gyertyánffy Berta; Gyürky Ábrahámne, szül. Orczy Sarolta bárónő; Tihányi-Rhédey Borbála; gróf Traun Ferenczné, sz. Bethlen Borbála grófnő; gróf Zichy Pálné, szül. Kornis Anna grófnő; gróf Vay Dánielné, szül. Sennyey Amália bárónő; gróf Vay-Beniczky Sarolta; gróf Wass Györgyné szül. Gyulay Franciska grófnő; özvegy Aczél Sándorné, szül. Ottlik Anna.

Ezen nemeskeblű alapító nők sorából kioltotta a halál a széplelkű Balogh Melaniát, Benyovszky Oszkár nejét. Helyét gróf Szapáry Istvánné szül. Ráday Borbála grófnő tölté be.

1862-ben még két lelkes hölgy járult az alapítványhoz: gróf Cziráky Jánosné szül. Dezasse Luiza grófnő; és gróf Batthyány Arthurné szül. Apraxin Julia grófnő.

E szerint az alapító magyar hölgyek száma ötvenre van kiegészítve.

Az 1861-dik évre a következő feladatok voltak kitűzve:

1. *Népszerű csillagászat.*

2. *Görögország története* nagy Sándorig.

3. *Felfedezések története* különös tekintettel a gőz és villanyosság alkalmazására s a fényképirás kifejtésére.

4. *Ujabb nevezetes utazók*, különös tekintettel a világ és az éjszaki sark körüli utazásokra.

A 3-dik és 4-dikre nem érkezett be pályamunka, a 2 dikra négy, de közülök egy sem találtatott jutalomra méltónak, miért is a háromrendbeli pályázat feladatai újra hirdettettek ki. Az 1. szám alattira — népszerű csillagászat — négy pályamű küldetett be, s közülök kettő, az, melynek jeligéje: „A csillagászati kérdemények egyszerűbb természetűek“, s egy másik: Egy számértékünk sem teljesen igaz“ olyasoknak találtattak, „melyek, azon kívül, hogy a helyesen választott tárgyakról szakavatottsággal értekeznek, azokat egyszersmind jó rendszerben, könnyen érthető s többnyire szabatos nyelven adják elő. Minthogy azonban“ az első helyen említett, t. i. e jeligéjü: „a csillagászati kérdemények egyszerűbb természetűek“, a jóválasztott tárgyak bősége és az előadási rendszer könnyű átnézete tekintetében versenytársát meghaladja: az 1861. december 18-án tartott akadémiai nagygyűlés a jutalomdíjt ennek ítélte oda. Felbontatván a jeligés levél, az Hollosy Jusztiniánt vallotta szerzőjének; s ehhez képest a jutalom neki kiadatni, jelen pályaműve pedig közrebocsátatni határoztatott.

SZALAY LÁSZLÓ,
magyar tud. akad. titoknok.

NÉPSZERŰ CSILLAGÁSZAT.

A csillagászati kérdemények egyszerűbb természetűek.

HUMBOLDT SÁNDOR:

Kosmos III. K. 626. l.

Bevezetés.

1. *A világtestek és világtér.* — Tiszta időben, a nap leáldozta után, ezer meg ezer csillag mutatkozik az ég boltozatán; az észszel megáldott halandó, vizsgáló szemeit fölfelé emelvén, kegyeletes bámulatra rágadtatik, melyből lassankint kiocsúdván, önmagát ily kérdésekkel ostromolja; mik és mily természetűek azok a csillagok? valjon mozognak-e, vagy folyton mozdulatlanul állnak-e ugyanama helyen? — Ezekre és más ilyennemű kérdésekre megfelelni a csillagászok föladata, kik nem csekély elme-feszítéssel kimutatták, hogy a csillagok igen nagy, sőt többnyire sokkal nagyobb kiterjedtségű testek mint a mi Földünk, mely látszereinkkel vizsgáltatván, a közel eső csillagokban szinte csak fénylő pont vagy apró korong gyanánt mutatkoznék, s a távolabbra esőkben látható sem volna. E nagy testeket a csillagászok *égi*- vagy *világtesteknek*, s a tért, melyben léteznek *világtérnek* mondják; e világtestek közé tartozik a mi Földünk is.

2. *Az égi testek nemei.* — Az égi testek közé soroltatnak: I. az *állócsillagok*, melyek eme nevöket még az ó korban nyerék, a mikor a kellő műszerek és tapasztalat hiánya miatt, folytonosan ugyanama helyen veszteglőknek tartattak; az állócsillagok száma fölötte nagy, és ezek sorába tartozik a Nap is. — II. A Nap körül keringenek a *bolygóknak* nevezett égi testek, és pedig némelyek közvetlenül, s ezek *főbolygóknak* neveztetnek; a főbolygók nevei imitt következnek:

Mercur	Europa	55. Niobe
Venus	Euterpe	Nysa
Föld	30. Feronia	Elpis
Mars	Fides	Pales
5. Aglaja	Flora	Pallas
Alexandra	Fortuna	60. Pandora
Amphitrite	Harmonia	Panopea
Angelina	35. Hebe	Parthenope
Ariadne	Hesperia	Phocaea
10. Asia	Hestia	Polyhymnia
Astraea	Hygiea	65. Pomona
Atalante	Irene	Proserpina
Ausonia	40. Iris	Melete
Bellona	Isis	Psyche
15. Calliope	Juno	Thalia
Calypso	Laetitia	70. Themis
Ceres	Leda	Thetis
Circe	45. Leto	Titania (Echo)
Concordia	Leucothea	Urania
20. Danae	Lutetia	Vesta
Daphne	Maja	75. Victoria
Doris	Massalia	Virginia
Egeria	50. Maximilliana (Cybele)	Jupiter
Erato	Melpomene	Saturnus
25. Eugenia	Metis	Uranus
Eunomia	Mnemosyne	80. Neptunus.
Euphrosine	Nemausa	

Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturnus szabad szemmel is láthatók, s ezek már az ó korban is ismertek valának; a többiek csak távcsők segélyével láthatók, a mért is *távcsöveseknek* neveztetnek, és csak az újabb időben rögzítették föl. A négy első és négy utolsó igen nagy kiterjedtségű; de a többiek jóval apróbbak lévén *bolygódoknak* neveztetnek; a bolygódok száma hetvenkettőre — s az összes főbolygóké 80-ra rúg. Van azonban a bolygók közt olyanok is, melyek közvetlenül valami főbolygó körül és evvel együtt a Nap körül is keringenek; ezeket mi *holdaknak*, *másod-* vagy *mellékbolygóknak* mondjuk; jelenleg már 22 holdat ismerünk:

Földünk bir egy holddal,

Jupiter bir négy holddal,

Szturnus — nyolc —

Uranus — nyolc —

Neptunus — egy —

Elvégre a Nap körül keringő égitestek sorába tartoznak: az *állatövi fény*, a *lebcény-bolygódok* vagyis futócsillagok és tűzgömbök, s nemkülönben némely üstökösök. A Nap s a körüle közvetlenül vagy közvetve keringő égitestek összevéve alkotják a mi *naprendszerünket*.

3. *A világtér anyaga és hőmérséke.* — A világtérnek az égi testek közti roppant hézagait fölötte finom és légnemű anyag tölti be, melyet *lebnek* vagy *világtérbeli közegnek* nevezünk. Ezen állítás valóságáról kezeskedik a természettan, mely szerint ily közeg elkerülhetlenül szükséges, hogy a fény- és hősugarak a messze csillagoktól hozzánk érkezhessenek. De ezenfölül, az ugynevezett Encke féle üstökösön oly tünetmények mutatkoznak, melyek a leb létezését a tapasztalat útján is igazolják; ezekről azonban az üstökösöknél leendő szó. A lebnek részecskéi taszítólag hatnak egymásra, de a világtestektől vonzatván, emezek közelében hihetőleg nagyobb sűrűséget tüntetnek elő. A világtérben, az égi testeken és leben kívül, hihetőleg más anyagrészecskék is léteznek, melyek összefüggés nélküliek lévén és egymástól tova esvén, a *világtérbeli ösanyagot* képezik; az ösanyag részecskéi egymáshoz közelebb vergődván, kölcsönös vonzás következtében, a tudósok nem épen valószínűtlen véleménye szerint, ködszerű anyagtömegekké sűrűsödnek, melyekből új meg új égi testek keletkezhetnek. — A világtér hőmérsékét illetőleg Fourier azt tartja, hogy az mintegy 50 vagy 60 nemleges foknyi Celsziusz szerint, de Arago helyes okoknál fogva, eltér eme véleménytől mert a Fort-Reliance-ban (Éjszakamerikában) tett tapasztalatok szerint, a hőmérsék ott egyik alkalommal 56 és $7\frac{1}{10}$ nemleges fokra szállt alá, mely nagy meghűlés csak akkor jöhet létre, ha a világtér hő-

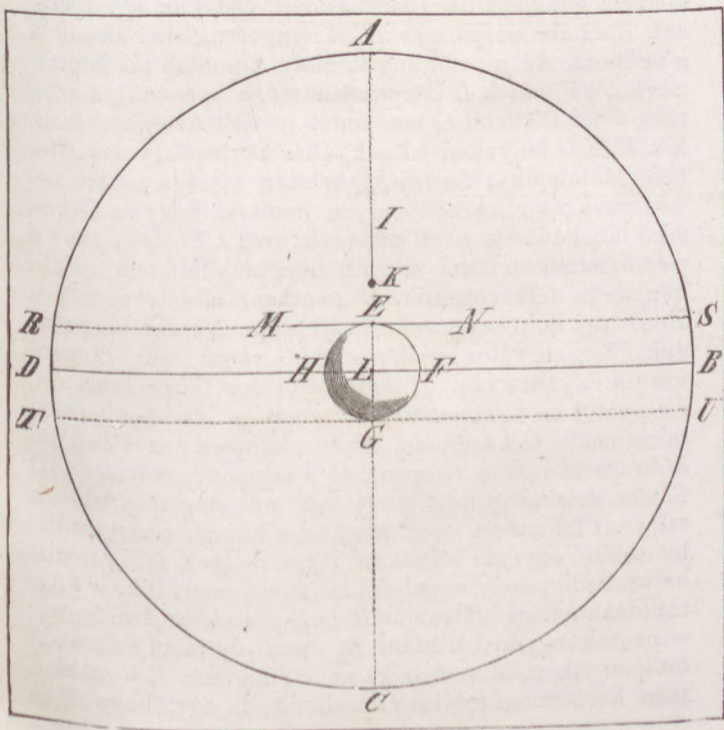
mérséke az imént említetttnél jóval csekélyebb. Arago észrevételének helyes és igaz volta nem tagadható, de azért még sem tartjuk kétségbe vonhatlannak Puillet nézetét, ki a világtér hőmérsékét 142 nemleges fokra becsülte.

4. *Tünemények, erők, természettörvények, észleletek, csillagtan.* — A világtesteken, külérzékeink segélyével, különféle sajátságokat és változatokat veszünk észre; mindenki, a ki ép szemmel bír, meggyőződött már arról, hogy a Nap egyik sajátsága a világítás; de a tapintás érzékével meggyőződünk ama sajátságáról is, melynél fogva melegítőleg hat a mi testeinkre; és hogy némely változatokat is említsünk, a Napot vajmi gyakran majd kelni majd alászállni, a holdat majd sarló majd korong alakjában világítani láttuk. Az ily sajátságok és változatok, ha külérzékeinkre hatni képesek, *tüneményeknek* neveztetnek. — A tünemények okai közt vannak olyanok, melyeket szemeinkkel nem láthatunk, füleinkkel nem hallhatunk, s egy szóval, külérzékeinkkel föl nem foghatunk; ezen okokat *erőknek* mondjuk. Az erők sorába tartozik például a csillagok keringő mozgásának egyik, külérzékileg föl nem fogható oka, mely nehézségnek vagy nehézségi vonzerőnek mondatik, s melynek következtében például a Nap és Föld anyagrészecskéi, nagy távolságuk dacára is, egymást kölcsönösen vonzák. — A tünemények, ugyanazon körülmények közt, ugyanazon módon állnak elő; a miből önkint következik, hogy az erők is, ugyanazon körülmények közt, ugyanazon módon hatnak; így például a Föld valahányszor messzebbre tér el a Naptól, mindannyiszor kevesebbé vonzatik feléje a nehézségi erő által, s kétszer akkora távolban már négyszer gyengébben vonzatnék. Az erők ilyenén hatásmódja *természettörvénynek* neveztetik. — A természet törvényeinek kipuhatólására szükséges, hogy az égi testek tüneményeit figyelemmel vizsgáljuk, vagyis a mint a csillagászok mondani szokták, hogy a

tüneményeket észleljük; s ebbeli észleletek nyomán keletkezett leginkább a *csillagtan*, vagy is ama tudomány, mely az égi testek tüneményeivel, emezek okaival, s ez utóbbiakra vonatkozó természettörvényekkel foglalkozik.

5. *Tető- és talppont, lábellenesek, látkör.* — Vannak édes honunkban oly vidékek, hol az emberi szem. sem hegyek, sem egyéb emelkedettségek által nem korlátoztatván, minden irányban csak a rónaság végtelenjével találkozik. Ha már ily térség valamely pontján megáll-

1. Ábra.



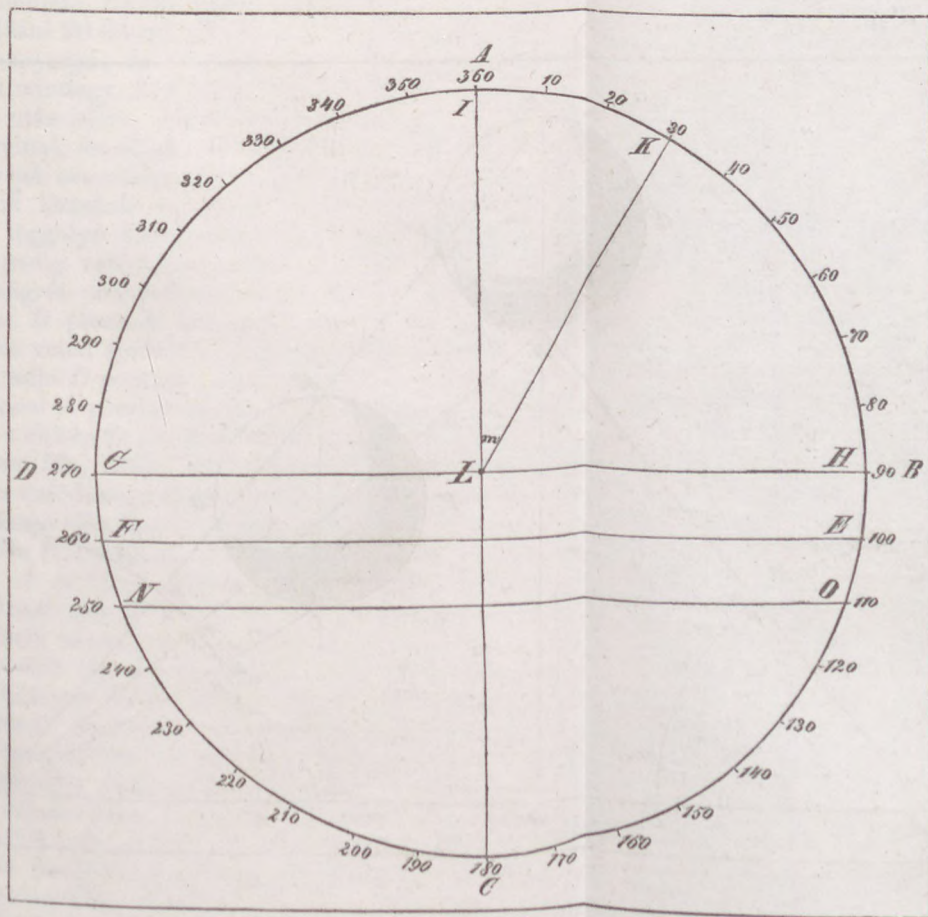
ván szertetekintünk, lehetetlen észre nem venni, hogy az égi boltozat körülöttünk oly vájt félgömb alakjában mutatkozik, melynek központja ugyanazon helyre esni látszik, a hol mi észlelés végett megállapodni jónak találtuk. Ha ezen állomásunkon zsinegen függő ólomgolyót, mely mér-ónnak nevezetik, nyugalomba hozunk, s a zsineg irányában folytatólag egyenes vonalt egész az égboltozatig terjeszkedni képzelünk, akkor a pont, melyben e vonal az égi boltozatot éri, *tetőpontonak* s a vonal *tetőirányosnak* mondatik. Legyen $EFGH$ (1. ábra) a mi Földünk, mely, mikint alább látni fogjuk, alakjára nézve a gömbhez nagyban hasonlít, DAB az égi boltozat, E az állomáspon t és JK a nyugvó mérőn: akkor A a tetőpont, AE a tetőirányos, mely E ponton túl folytatattván, a Földnek L központján megy keresztül, s azon túl a Föld fölületét G -ben ismét metszi. Azon emberek, kik E és G helyeken laknak, állás közben egymás ellenébe lábtalpaikat fordítják, és azért *lábelleneseknek* nevezetnek; mellékesen legyen említve, hogy a G -ben lakó lábellenesek nem eshetrek tova a Földtől, mert a természettan tantétei szerint, minden földi test a Föld központja felé vonzatik. G pontban, lábelleneseseink a BCD égi boltozatot, szinte vájt félgömb alakjában, maguk fölött elterülni látják; az ALG vonal tehát, G ponton túl folytatattván, az égi boltozatot C -ben ismét éri, s e pontot mi *talppontunknak* mondjuk; de lábelleneseseinkre nézve C a tetőpont és A a talppont; az F -ben lakókra nézve B a tetőpont, D a talppont; szóval a föld fölület más meg más pontjának más meg más tető- és talppont felel meg. — E pontban a kalmármérleg rudja, ha csészéi egyenlő súlyokkal megterhelvék, MN vonalba helyezkedik, mely vonal *fekmentesnek* mondatik, s folytatattván az égi boltozatot R és S pontokban érni fogná; e pontok egyike, például R , épen oly távol esik az A tetőponttól, mint a másik, az S ; ha már RS vonal E pont körül megfordulni képzeltetik, de úgy, hogy R és

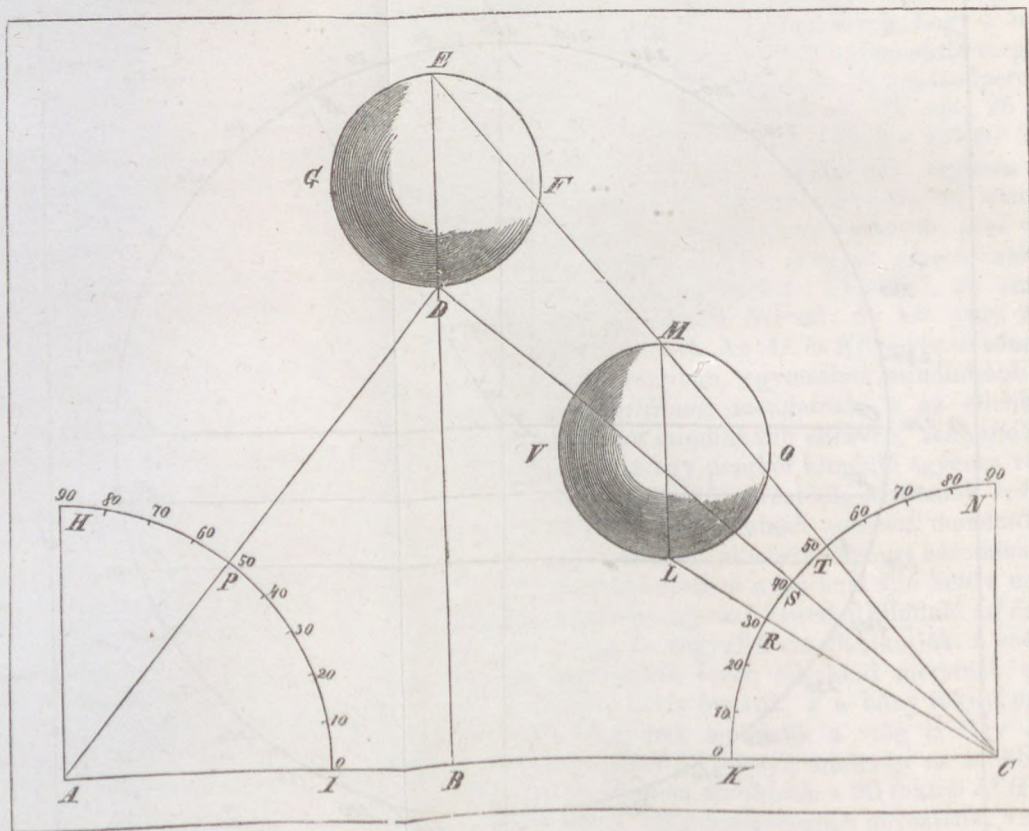
S távolságai A -tól folytonosan egyenlők maradjanak, akkor e vonal oly sikot ír le, melyet *látszólagos látkörnek* mondunk; lábelleneseink látszólagos látkörét TU vonal írná le. De mivel a Föld, a világtér roppant kiterjedéséhez képest, apró pont gyanánt tekintendő, az RS és TU vonalak a Föld központján átmenő DB vonallal esnek össze, melynek végpontjai D és B a tető- és talpponthez képest akkép elhelyezvék, hogy AB egyenlő BC -, egyenlő DC -, egyenlő DA -val, (mit ekkép szokás írni: $AB=BC=DC=DA$); a Föld központján átmenő DB vonal, ha L pont körül megfordul, de úgy, hogy D és B pontok ugyanazon távolságaikat A és C pontoktól folytonosan megtartsák, oly sikot ír le, melyet *valódi látkörnek* nevezünk, mert az égboltozatot, minden irányban, valódi-lag eme, kör gyanánt mutakozó síkig látjuk. — A Földet környező világtér, a mint mondók, vájt gömb gyanánt mutakozik; innen azonban senki se következtesse azt, hogy a világtér gömbalakkal bír, és hogy központjában a mi Földünk létezik; mert a világtér alakjáról mit sem tudunk, mit sem mondhatunk, miután szemcink- és távcsöinkkel a roppant világtér véghatáráig nem hatolunk, de nem is hatolhatunk. Hogy mi a világtér gömbnek látjuk, az csak onnan ered, mivel, valamint a gömbfölkület minden egyes pontja egyenlő távolságban van a központtól, mi szintúgy, az igen messze eső tárgyak egymástól elütő távolait pusztán csak szemmel megbecsülni képtelenek lévén, a csillagokat Földünk-től egyenlő távolságban látni véljük, s a világtér határait oda gondoljuk. Az imint mondottak után már nem tartjuk valószínűnek, miszerint a világtér alakját illetőleg, az által bárkinek is tévedésre alkalmat szolgáltatnánk, ha e munka folytában a világtér éggömbnek nevezzük, s benne különféle síkokat kör-alakban elterülni képzelünk, melyek közé a már említett látkör is számítandó.

6. *A körvonal fölosztása, egyenközü, össze- és szét-hajló vonalok, szögök, függélyes vonal.* — Minden kör-

nek körületét, legyen az nagy vagy kicsi, 360 egyenlő részre szokás elosztani, a mint ezt (a 2. ábrában) $ABCD$ körületen láthatni; minden ily egy rész *foknak* neveztetik és 60 egyenlő részre vagyis 60 percre-, és minden perc ismét 60 egyenlő részre vagyis 60 másodpercre osztatik. E fokok, percek és másodpercek, hogy a másnemüektől, például a hőfokoktól, órapercpektől megkülönböztessenek, ívfokok-, ívpercek- és ívmásodperceknek is neveztetnek, s például 15 fok, 20 perc, 25 másodperc helyett kurtábban ekkép iratnak: $15^{\circ} 20' 25''$.

— A 2. ábrában látni, hogy az FE és NO egyenes vonalak, mivel mindenütt egyenlő távolságban vannak egymástól, bármennyire meghosszabbítván, soha egymást át nem metszhetik; ilyen vonalak *egyenközűeknek* neveztetnek és ekkép jelöltetnek: $FE=NO$, mi annyit tesz, mint FE egyenközű NO -val; de két vagy több sík szinte egyközű lehet. Az AL és KL egyenes vonalak L pont felé tartó irányban, egymáshoz mindinkább közeledvén, *összehajlóknak* mondatnak, s az ellenkező irányban egymástól mindinkább eltérvén, *széthajlóknak* neveztetnek. — Az egy pontból kiinduló egyenes vonalak irány-eltérése *szögnek* neveztetik, a vonalak *száraknak*- s a pont melyből kiindulnak *csúcsnak* mondatik; a szög vagy egy a csúcsnál álló betűvel, vagy hárommal jelöltetik, de ez utóbbi esetben a csúcsnál álló betű a másik kettő közé iktatandó: így az L csúcsból kiinduló LJ és LK száarak az m - vagy L - vagy ILK szögöt alkotják. A szögek különféle nagyságuk lévén fokokkal méretnek, mely célból a csúcsból körív huzatik, s a hány foknyi emez, ugyanannyi foknyiának mondatik a szög is: így JLK szög 30 foknyi, JLH 90 foknyi, minthogy az előbbinek a 30 foknyi ív JK , s az utóbbinak a 90 foknyi IKH felel meg. A 90 foknyi szög derékszögnek neveztetik, s az ily szögöt alkotó vonalak egymásra *függélyesen* állnak; így JL függélyes a GLH vonalra, s az első ábrában a tetőirányos AL függélyes a DB fekkmentesre.



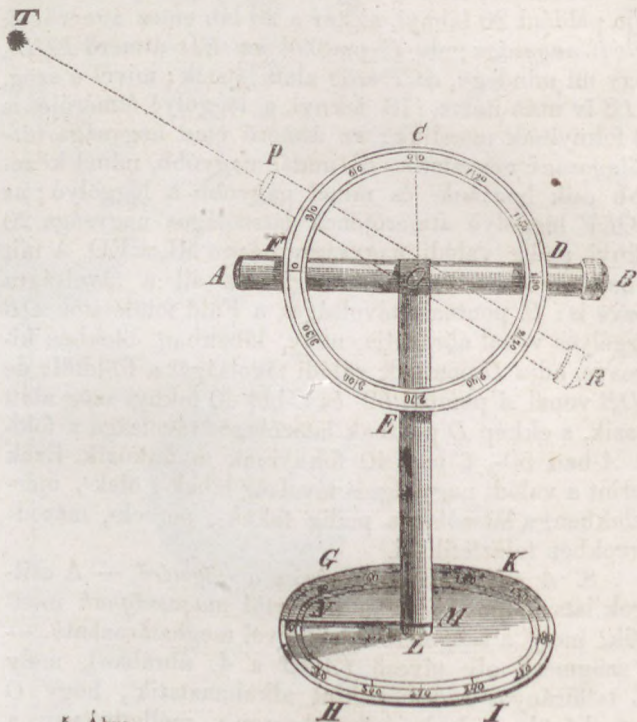


7. *Látszólagos és valódi nagyság és távolság.* — A testek nagysága és távolsága kétféleképp kifejezhető. Fölvilágosításul szolgáljon (a 3. ábra,) hol $AJBKC$ legyen a Föld fölülete, $EFDG$ legyen léggolyó, melynek átmérője például 20 lábnyi, akkor a 20 láb emez átmérőnek *valódi nagysága*; de C pontból az ED átmérő ECD -, vagy mi mindegy, SCT szög alatt látszik; mivel e szög, a TS ív után ítélve, 10 foknyi, a léggolyó átmérőjét is 10 foknyinak mondjuk; az átmérő eme nagysága *látszólagosnak* neveztetik, és annál nagyobb, minél közelebb esik hozzánk- és minél nagyobb a léggolyó; az $MOLV$ léggolyó átmérőjének látszólagos nagysága 20 foknyi, pedig valódi nagyságra nézve $ML=ED$. A mit a nagyságról mondtunk, ugyanaz áll a távolságra nézve is: D pontnak távolságát, a Föld fölületétől, DB függélyes vonal ábrázolja, mely, lábokban, ölekben kifejezve, adja D pontnak valódi távolságát a Földtől; de e DB vonal A pontból 50- és C -ből 40 foknyi szög alatt látszik, s ekkép D pontnak látszólagos távolsága a földtől A -ban 50-, C -ben 40 foknyinak mutatkozik. Ezek szerint a valódi nagyság és távolság lábak-, ölek-, mér-földekben, a látszólagos pedig fokok-, percek-, másod-percekben fejeztetik ki.

8. *A csillagok magassága s a szögmérő.* — A csillagok látszólagos távola a látkörtől *magasságnak* mondatik, mely a szögmérő segélyével meghatározható. — A szögmérő oly távcső (AOB a 4. ábrában), mely OL tetőirányos rudra akkint alkalmaztatik, hogy O pont körül szabadon foroghasson; mellette van a $CDEF$ mozdulatlan és fokokra osztott kör, melynek egyik átmérője (CE) szinte tetőirányosan áll, s központja szinte O -ba esik, e kört *tetőirányos körnek* mondhatjuk; de az AB cső L pont körül fekkentes síkban is foroghat, s ugyanama pontba esik a $GKJH$ fekkentesen álló, fokokra osztott és szinte mozdulatlan körnek központja is, e kört *fekkentes körnek*

nevezhetjük ; az OL rudra alkalmazott MN mutató, vagy egyéb készülék mutatja, hogy hány fokkal moz.

4. ábra



5. Ábra.

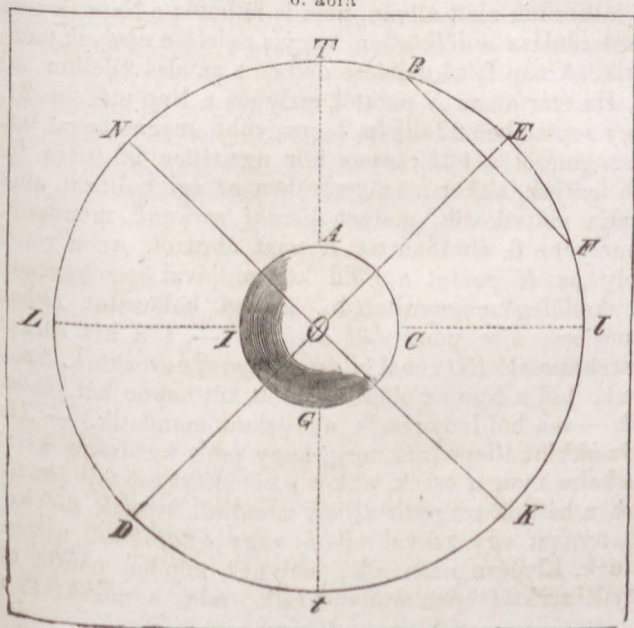


díttatik ki helyéből a cső a fekvő síkban. Elvégre megemlítendő még, hogy az AB cső belsejében két hajszál olyformán van kifeszítve, amint azt az 5. ábra mutatja, hol $prst$ a cső keresztmetszését és pus , rut a hajszálakat ábrázolja ; e készülék hajszálkeresztnek és

a a hajszálkereszt *központjának* neveztetik. E szögmérő segélyével a csillagok magassága ekkép meghatározható: az *AB* cső mindenek előtt fekvő helyzetbe állítatik, azután pedig *CDEF* kör mellett, *O* pont körül, addig forgattatik, míg a csillag a hajszálkereszt központjába nem esik, s akkor a *CDEF* körön megszámlál-tatik, hogy hány foknyira áll most a cső az előbbi fekvő helyzetétől, s e fokok száma adja a csillag magasságát. A 4. ábrában, *T* csillag magassága 30 foknyi.

9. *Délkör, világtájak, egyenlítő.* — Ha marcius 21-dik vagy szeptember 22 dik napján a Nap magasságát, az imint említett mód szerint, folytonosan határozgatjuk, tapasztalni fogjuk, hogy a Nap mindinkább magasabbra száll, és mintegy 6 órával későbbön fölkelte

6. ábra



után, a legmagasabb pontot elérvén, azon túl mindinkább alászállni kezd, mely tünetény ismét mintegy 6 óráig tartván, a Nap teljes eltűnésével végződik. Azon sík, mely eme pontját a Nap legnagyobb magasságának, továbbá tetőpontunkat, s nem különben a Föld központját is magában foglalja, *délkörnek* mondatik. Legyen $ACGJ$ (6. ábra) a Föld, A állomáshelyünk, T tető-, t talppontunk, Ll látkörünk s N a Nap legmagasabb álláspontja, akkor az $NTKD$ sík a mi délkörünk. Valahányszor a nap a délkörbe érkezik, mindannyiszor azt mondjuk róla, hogy *delel*, mi naponkint kétszer történik; tudniillik N pontból melyben a nap ránk nézve legmagasabban áll, s mely állását *fölső delelésnek* mondjuk, a Nap mintegy 12 óra múlva K pontba, vagyis ismét délkörünkbe érkezik; s akkor ránk nézve nemcsak legalantabban, de sőt egészen a mi látkörünk alatt állván, nem is látható; a Napnak eme megfordulása a délkörben, vagyis delelése *alsónak* mondatik. A nap fölső delelése délben s az alsó éjfélkor áll be. Ha már amaz N ponttól, melyben a Nap március 21, vagy september 22-dikén legnagyobb magassággal bír, a szögmérőt a tetőirányos kör mentében 90 fokra föl felé hajtjuk, akkor a szögmérőben az égi boltozat ama pontja mutatkozik, melyet *éjszaki sarknak* mondunk, s melyet a 6. ábrában az E pont ábrázol. Azon vonal mely az E pontot a Föld központjával összekapcsolja, kellőleg megnyujtatván, az égi boltozatot D -ben ismét éri; s e pont *déli sarknak* — s a két sarkot összekapcsoló ED vonal *világtengelynek* neveztetik. Azon pont, hol a Nap az előbb említett két napon kel, *keletnek* — s a hol lenyugszik, *nyugatnak* mondatik. — Ha már akkint állapotodunk meg, hogy jobb kezünkre kelet s a balra nyugat essék, akkor a szemközt eső tájt *éjszakai*, a hátunk megettét *délnek* mondjuk. Éjszaka, dél, kelet, nyugat egy szóval *világ- vagy égtájaknak* neveztetnek. Elvégre azon sík, melynek minden pontja az egyik sarktól épen annyira esik, mint a másiktól, s

melyben a Nap marcius 21. és szeptember 22-dikén tartózkodni látszik, *egyenlítőnek* mondatik; a 6. ábrában *NK* az egyenlítő átmérőjét ábrázolja.

10. *Az éggömb napi mozgása.* — Ugyanazon tünetményt, mely szerint a Nap magassága folyton változik, a többi csillag is mutatja; a csillagok, tudniillik, a kelet táján a látkör fölé mindinkább emelkedvén, az egyenlítővel egyenközű körvonalban haladnak nyugat felé, mi közben magasságuk mindinkább növekedik, mely azon pillanatban, a midőn a délkörbe érkeznek, vagy is felső delelésők alkalmával, legnagyobbá válik; azon tul a magasság folytonosan kisebbedvén, a csillagok az alsó delelésnek sietnek elébe. E tünetményt valaha akkép magyarázták, hogy az összes éggömb, az *ED* (6. bra) világtengely körül, keletről nyugat felé tartó irányban, naponkint fordul meg, a miért is e mozgás *az éggömb napi mozgásának* mondatott; azonban e tünetmény, a mint utóbb látni fogjuk, szemesalódáson alapulván, a Föld ellenirányu forgásából megfejtendő. E helyen jónak tartjuk megemlíteni, hogyédes hazánkban némely csillagok mind felső, mind alsó delelésökkor láthatók, vagyis hogy soha látkörünk alá nem merülnek; ilyen például a *B* csillag (a 6. ábrában), mely azalatt, a mig az éggömb az *ED* tengely körül megfordulni látszik, *B*-nél a felső-, *F*-nél az alsó delelésben levén, folytonosan *Ll* látkörünk fölött vesztegel; az ily csillagokat *sark körüli csillagoknak* mondjuk, s ezek közül az, mely az *E* sarkhoz legközelebb áll, *sarkcsillagnak* neveztetik. — A sark körüli csillagok jó szolgálatot tesznek 1.) a délkör meghatározásánál; a csillagász, ha valamely sark körüli csillagot a felső delelésben lenni vél, a szögmérő hajszál-keresztének központját reá igazítja, s ezen perctől fogva a szögmérőt egyedül csak *O* (4. ábra) pont körül, a *CDEF* tetőirányos kör mentében forgatni szabad; ekkint, némi idő múlva a csillagmásodszor és utóbb harmadszor is a hajszál-kereszt központjába esik; ha már a csillagnak e pontbani, első és második

megjelenése között épen annyi idő folyt le, mint a második és harmadik közt, akkor a szögmérő tetőirányos köre a távcsővel együtt a délkörben áll, mely helyzetében a szögmérő akkép megerősítendő, hogy az, csak O pont körül forgatható levén, egyébiránt helyéből ki ne mozdíttathassék. Az ekkint fölállítandó- s a fölöslegessé vált $GHIK$ fekmentes kört és MN mutatót nélkülöző műszer *déltávcsőnek* mondatik. 2). A sark körüli csillagok deleléseit fölhasználják a csillagászok a *sarkmagasságnak*, vagy is azon ívnek megmérésére is, mely a sark és valamely földi pontnak látköre között terül el; e végett a szögmérő vagy déltávcső segélyével, valamely sark körüli csillagnak magassága, felső és alsó delelésének alkalmával, határoztatik meg; e két magasságnak összege kettővel osztva adja a keresett sarkmagasságot. Budán a sarkcsillag magassága, felső delelésekor: $48^{\circ} 56' 59''$ alsó delelésekor: $46^{\circ} 1' 21''$; e kettőnek összege $(94^{\circ} 58' 20'')$ kettővel osztva adja Budának sarkmagasságát, mely $= 47^{\circ} 29' 10''$. A 6. ábra szerint az A pontban állónak sarkmagasságát az EFl ív ábrázolja. — Elvégre megemlítendő, hogy ha 90 fokból a sarkmagasság kivonatik, a maradék adja az *egyenlítői magasságot*, vagyis az egyenlítőnek fokokban kifejezett távolságát a látkörtől; Budának egyenlítői magassága tehát: $42^{\circ} 30' 50''$, vagyis ha Budán a szögmérőnek a déli világtáj felé irányzott és délkörbe helyezett távcsője a fekmentes állásból 42 fok-, 30 perc- és 50 másodperccel magasabbra hajtatik, akkor a távcsőben az egyenlítő válik láthatóvá. A 6. ábrában A pontnak egyenlítői magasságát az NL ív ábrázolja.

11. *A csillagok kölcsönös fekvésének változata s a nappálya.* — Az égi testek a napi mozgáson kívül még olyneműben is részesülnek, melynél fogva kölcsönös fekvéseket változtatják. Az égboltozat ama pontja, melyben a Napot marcius 21-dikén látjuk, *tavaszpontnak* vagy *tavaszi éjgyenpontnak* mondatik; ha már e napon a szögmérőt azon helyzetből, melyben a delelő Napot a

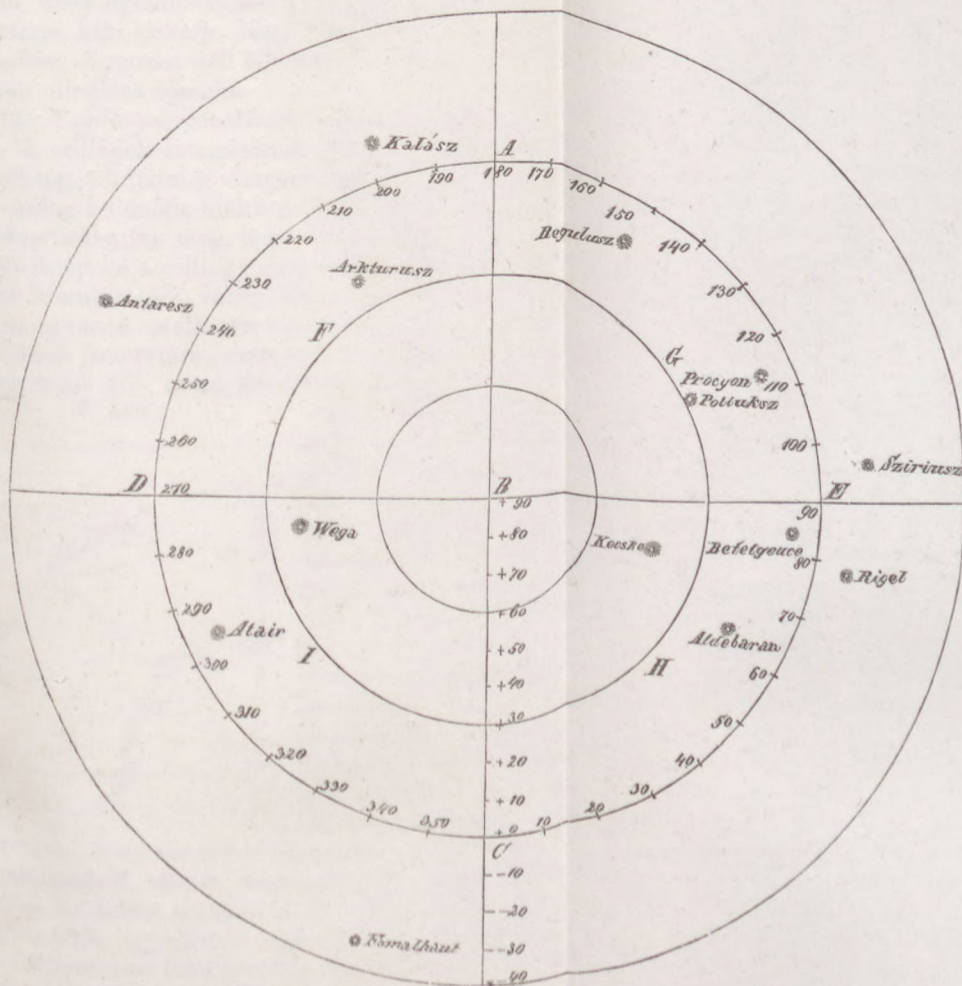
elején létezik, s mely *téli napálláspontnak* neveztetik. Azon kör, mely az égboltozatnak most említett négy pontján vonul át, *nappályának* mondatik, mely az egyenlítőt két pontban átmetszvé, vele mintegy $23\frac{1}{2}$ foknyi szögöt alkot; a 7. ábrában *EOGt* az egyenlítőt, *not't* a nappályát, *n* és *t'* a nyári és téli napálláspontokat, *t* és *o* a tavaszi és őszi éjegyponpontokat, *VT* a világten-gelyt, *S* és *s* a nappálya sarkait ábrázolja. — Azonban a Napnak eme helyváltoztatása, a mint későbbben látni fogjuk, szemcsalódáson alapulván, pusztán csak látszólagos: de a hold, fekvését, már valódilag változtatja; a hold, tudniillik, a Napnak majd nyugati, majd keleti oldalán jelenik meg; a nappal majd együtt világít, majd meg csak akkor kel, a mikor a nap már leáldozott stb. Hasonló tüneteményeket vehetni észre a naprendszer egyéb égi testein s nem különben az összes üstökösökön is. De az állócsillagok a kölcsönös fekvés változtatát csak sok idő múlva és igen csekély mérvben tüntetik elő; nem csoda tehát, hogy ezek az ó korban állócsillagoknak tartattak.

12. *A csillagok fekvésének meghatározása.* — A csillagok fekvését meghatározni egyrészt azért szükséges, hogy az ég boltozatát szabatosan lerajzolhassuk, másrészt meg, hogy a csillagok netaláni mozgásával kellőleg megismerkedhessünk. A csillag fekvésének kipuhatolására szükséges mindenek előtt meghatározni, hogy hány foknyira esik e csillag oly két síktól, melyek a világ térben elterjedvén, egymást függélyesen metszik. E síkok egyike az egyenlítő, és másika az *első elhajlási kör*, vagyis azon sík, mely magában a világ sarkait s a tavaszpontot tartalmazza. A csillag látszólagos távolsága az egyenlítőtől *elhajlásnak* mondatik, s a déltáveső segítségével ekkép meghatározható: a kérdésben forgó csillag magassága, a felső delelés pillanatában határoztatik meg; e magasságból az egyenlítői magasság kivonandó, s a maradék adja a csillag elhajlását; példakép legyen

említve, hogy a Wega nevű állócsillag magassága, felső delelése pillanatában, Budán 81 fok-, 9 perc-, 53 másodpercnyinek tapasztaltatik, s ha ebből Budának egyenlítői magassága ($42^{\circ} 30' 50''$) kivonatik, a maradék: $38^{\circ} 39' 3''$ adja Wegának elhajlását. Itt azonban meg kell említeni, hogy némely delelő csillag magassága kisebb az egyenlítői magasságnál; ez esetben az előbbi magasság az utóbbitól vonatik ki, s a maradék ez esetben *déli elhajlásnak* mondatik, míg az előbb említett módon nyert elhajlás *éjszakinak* neveztetik, emez $\perp$ s a déli — jeggyel jelöltetik; a Kalász nevű állócsillag magassága felső delelésekor Budán $= 32^{\circ} 6' 37''$, mely az ottani egyenlítői magasságnál 10 fok-, 24 perc- és 13 másodperccel kisebb; a Kalásznak elhajlása tehát déli lévén, ekkép iratik: $- 10^{\circ} 24' 13''$. A csillagok látszólagos távola az első elhajlási körtől *egyeses emelkedésnek* neveztetik, s a következő módon meghatározható; mindenek előtt a déltávcső segélyével meg kell lesni azon időpillanatot, melyben a tavaszpont delel, vagyis a melyben az első elhajlási kör a délkörbe esik; e pillanattól kezdve pontosan kell számítani az órálat, időperceket és másodperceket mindaddig, míg csak ama csillag, melynek egyeses emelkedése kerestetik, a délkörbe nem érkezik; s ha ez például 3 óra múlva történék, akkor a csillag egyeses emelkedése 45 foknyi; mert a napi mozgás következtében az égboltozat minden pontja 24 óra alatt látszólag egész kört, vagy is 360 fokot- s következőleg egy óra alatt 15 fokot, egy időperc alatt 15 ívpercet, egy időmásodperc alatt 15 ívmásodpercet fut be: a tavaszpont tehát, három óra múlva, a mi délkörünktől- s következőleg az abba érkezett csillagtól is háromszor 15, vagyis a mikint mondók, 45 foknyira esik. A Kalász 13 óra-, 17 időperc- s 33 másodperccel későbbben delel, mintsem a tavaszpont; hogy tehát egyeses emelkedését megtudhasuk, az előbb említett számokat 15-tel kell szorozni, s

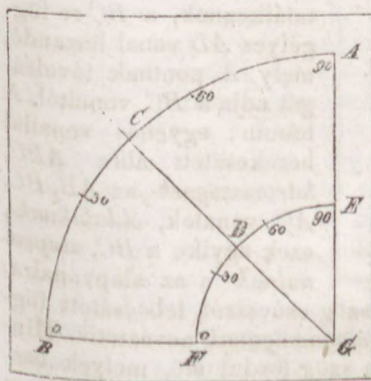
ekkiint kitűnik, hogy Kalásznak egyenes emelkedése = $199^{\circ} 23' 15''$; egyébiránt az egyenes emelkedés azon időtartammal is kifejezhető, mely a tavaszpont- s a kérdéses csillag delelései közt foly le; elmondhatjuk tehát azt is, hogy Kalásznak egyenes emelkedése = $13^h 17' 33''$ a mi 13 órát, 17 időpercet és 33 másodpercet jelent; tudni illik a 13 mellett álló h betű a deák *hora* (magyarul óra) szóból vétetett. — E helyen megemlíthető, hogy jelenleg már igen sok (Littrow szerint 300,000) csillagnak helye meg van határozva; maga Bessel az éggömb ama területén, mely a déli elhajlás 15-dik fokától az éjszaki elhajlás 45-dik fokáig terjed, 75 ezer csillag helyét határozá meg; s az éjszaki elhajlás 45-dik fokától a 80-dikig Argelander 22 ezer csillagot jelölt.

13. *Az égboltozat lerajzolása.* — Ha már az egyes csillagok elhajlása és egyenes emelkedése meg van határozva, akkor az égboltozat rajza ekkép állítatik elő: *AECD* kör (8. ábra) legyen az egyenlítő, mely 360 fokra osztatik; ezen áll függélyesen a szinte 360 fokra osztott első elhajlási kör, mely azonban csak gömbön rajzolható levén, az ábrában *ABC* egyenes vonalnak látszik, melynek egyik fele *BC* 90 fokra van osztva. Ha már a körbe oly csillagot rajzolni akarunk, melynek éjszaki elhajlása 30 foknyi, akkor e csillag *FGHI* körnek valamelyik pontjába esik; s ha egyenes emelkedése 90 foknyi, akkor épen m pontba kell azt rajzolni; a *BC* vonalon tudniillik az elhajlás, az *AECD* körön az egyenes emelkedés fokai számíttatnak; a tavaszpontot a *C* pont ábrázolja. Ha e körbe csak az éjszaki elhajlással bíró csillagok rajzoltatnak, akkor kapjuk az éjszaki égboltozat csillagabroszát; épen így készíthetjük a déli égboltozat csillagabroszát is, ha a déli elhajlással bíró csillagok a körbe iktattatnak. Egyébiránt hazánkban némely déli elhajlásu csillagok is láthatók; hogy tehát ezek is az éjszaki égboltozat csillagabroszába bejelöltet-



hessenek, a BC vonal C ponton túl folytatandó. A 8. ábrában, mely égboltozatunk 14 legkitünőbb állócsillagát mutatja, kiki láthatja, hogy Fomalhaut, Rigel, Sziriusz, Kalász, A itaresz déli elhajlással birnak, de a többi nyolcnek elhajlása északi.

14. A csillagok távolának határozásmódja s a lát-
köz. — A csillagok mozgásának kellő megismerése vé-
gett szükséges kutatni a világtér ama pontjait, melyek-
ben a csillag különféle időkben fordul meg: mert csak
ily módon tudhatjuk meg, hogy micsoda utat és mennyi
idő alatt futott be a csillag; mely kettő a mozgás minő-
ségének kimutatására váltig elegendő. Azonban az el-
hajlás és egyenes emelkedés nem elegendő a csillag ál-
láspontjának ismeretére; mert tudván például azt, hogy
a csillag mind AG -, mind BG -től (9. ábra) 45 foknyira
9. Ábra. esik, akkor még nem

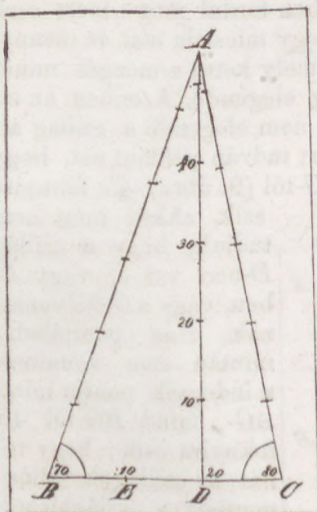


esik, akkor még nem tudjuk, hogy a csillag D -ben van-e, vagy C ben, vagy a GDC vonalnak más pontjában; miután eme vonalnak mindegyik pontja mind AG -, mind BG -től 45 foknyira esik; hogy tehát a csillagok álláspontjait a világtérben megtudjuk, szükséges amazok valódi távolságát a Földtől meghatározni, mi ugyanazon mó-

don történik, mely szerint a légkörnyben veszteglő tárgyak magasságát szokás meghatározni: tudni illik a földfelület két külön pontján, mely például 30 ölnyre van egymástól, ugyanazon egy időben két szögmérő távcsöi fekkentesen fölállítatván, a magasban levő tárgy, például a léggolyó felé fordíttatnak úgy, hogy az, mind

a két távcsőben, a hajszálkereszt központjában lássék; ekkor a tetőirányos körön megláthatni a szögöt, melyet a távcső emez állása a fekkentes vonallal képez; legyen e szög az egyik szögmérőnél 70- s a másiknál 80 foknyi. Ezek után az imígy nyert eredmény lerajzolandó, olyformán, a mint azt a 10. ábra mutatja, hol a BE vonal tíz öllel fölértéknek vétetvén, a háromszor akkora BC

10. Ábra.

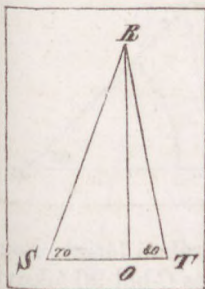


a 30 ölet, vagyis az észlelet végett kiválasztott álláspontok kölcsönös távolságát jelenti; a B és C végpontokon az előbb említett 70 és 80 foknyi szögek ABC és ACB rajzolandók, s A pontból, melyben BA és CA vonalak találkoznak, a BC -re függélyes AD vonal huzandó, mely A pontnak távolságát adja a BC vonaltól. A három, egyenes vonallal berekesztett ábra ABC , háromszögnek-, az AB , BC , AC vonalak, oldalaknak-, ezek egyike a BC , alapvonalnak- s az alapvonalra,

az emevvel ellentétes A szög csúcsáról, lebecsátott függélyes AD a háromszög magasságának neveztetik. Minden háromszögben három szög fordul elő, melyek összevéve 180 fokot számlálnak; a 10. ábrában tehát az A , B és C szögek együttevve 180 fokra rugván, A szög nagysága könnyen kiszámítható: mert, miután a B és C szög együttevve 150 fokot számlál, az A szög szükségképen 30 foknyi, mivel 30 és 150 összeadatván egyenlő 180 fokkal. Az RST háromszög (11. ábra) ABC -vel (10. ábra) kölcsönösen egyenlő szögökkel bír,

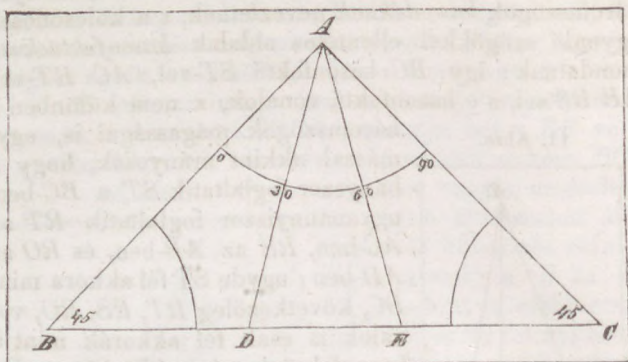
vagyis $R=A=30^\circ$, $T=C=80^\circ$, $S=B=70^\circ$; az ilyen háromszögek *hasonlóknak* neveztetnek, s a kölcsönösen egyenlő szögökkel ellentétes oldalak *hasonfektűeknek* mondatnak; így BC hasonfektű ST -vel, AC RT -vel, AB RS -sel, s e hasonfektű vonalak, s nem különben a

11. Ábra.



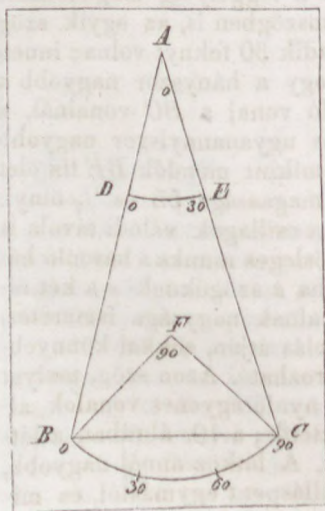
háromszögek magasságai is, egymással akkint arányosak, hogy a hányszor foglaltatik ST a BC -ben, ugyanannyiszor foglaltatik RT az AC -ben, RS az AB -ben, és RO az AD -ben; ugyde ST fél akkora mint BC , következöleg RT , RS , RO , vonalak is csak fél akkorák mint a hasonfektűek; AC , AB , AD . — De az ABC háromszög hasonló azon háromszöggel is, melyet akkint nyernénk, ha az egymástól 30 ölnyre eső s a léggolyó felé az említett szögek alatt irányzott szögmérő-távcsők egész a léggolyóig meghosszabbítatnának; mert eme háromszögben is, az egyik szög 70° , a másik 80° s a harmadik 30° foknyi volna: innen tehát önkint következik, hogy a hányszor nagyobb a két álláspontot összekapcsoló vonal a BC vonalnál, a léggolyó valódi magassága is ugyanannyiszor nagyobb AD vonalnál; vagyis, ha, mikint mondók BE tíz ölet ábrázol, akkor a léggolyó magassága 55 és $\frac{1}{2}$ ölnyi. Ily módon határoztatik meg a csillagok valódi távolsága is a Földtől, csakhogy vajmi fölösleges munka a hasonló háromszöget lerajzolni; mert ha a szögöknek- s a két álláspontot összekapcsoló vonalnak nagysága ismeretes, akkor a csillag távolsága, számolás útján, sokkal könnyebben és pontosabban meghatározható. Azon szög, melyet a csillagtól a két álláspontig nyúló egyenes vonalak alkotnak, *napi látköznek* neveztetik; a 10. ábrában a látközt a BAC szög ábrázolja. A látköz annál nagyobb, minél távolabbra esik a két álláspont egymástól, és mi-

12. Ábra.



nél kisebb a csillag távolsága ; a 12. ábrában látjuk, hogy A látköze D - és E -ből 30 foknyi, B - és C -ből 90 foknyi ; a 13. ábra azt mutatja, hogy B és C álláspontokra vonat-

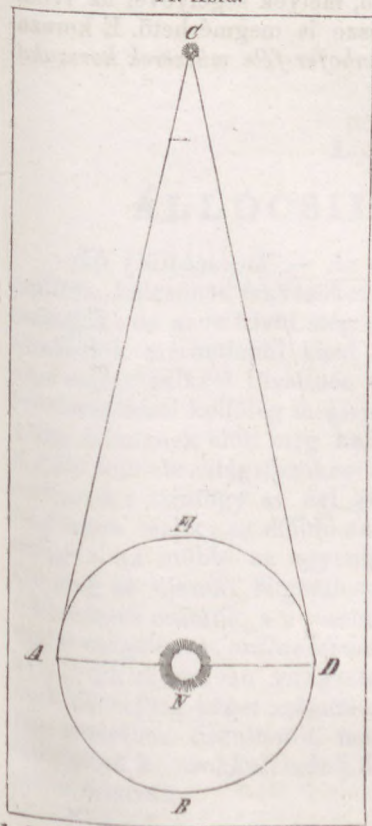
13. Ábra.



kozólag a közelebbi F 90 foknyi; a távolabbi A 30 foknyi látközzel bír. Helyén találjuk itt megemlíteni azt, hogy a csillagok legnagyobb része oly igen messze esik a Földtől, miszerint azok megmérhető látközzel még akkor sem bírnak, ha Földünknek egymástól legtávolabbra eső két pontját választjuk álláspontokul ; azonban, a mint utóbb látni fogjuk, Földünk egy év leforgása alatt a Nap körül oly pályát fut be, hogy évenként január elején mintegy 41 millió mérföldnyire esik a világtér ama

pontjától, a melyben július elején szokott megfordulni; legyen N a Nap, (14. ábrában) C a csillag, $ABDE$ a

14. Ábra.



Földnek a Nap körül egy év alatt befutott pályája, A a pont, melyben a Föld január elején- és D , melyben július elején van: akkor AD a földpályai átmérőt ábrázolja, mely mintegy 41 millió mérföldre terjed. A csillagászok azon csillagokra nézve, melyek a Föld fölületén választott álláspontokból észlelve, mérhető látközt nem tüntetnek elő, a földpályai átmérő D és A legvégső pontjait vevék álláspontokul, s a C szögöt évi látköznek nevezék el; az évi látköz tehát oly szög, melyet amaz egyenes vonalak (a 14. ábrában a CA és CD) alkotnak, melyek a csillagtól a földpályai átmérőnek két legvégső pontjáig nyúlnak. Ha már a csillag évi látköze

1 foknyi,	akkor távola a Földtől mintegy	1179. mil. mfd,
1 percnnyi,	"	71 ezer mil. "
1 másodpercnnyi,	"	4 billio "
$\frac{1}{10}$ másodpercnnyi "	"	42 " "

E helyen mint nevezetes előnyét a mi korunknak kell

megemlíteni, hogy Humboldt Sándor állítása szerint, Fraunhofer, a tudós müncheni látszerész, napjainkban oly műszereket állított elő, melyek segélyével az ívmásodpercenek egy tized része is megmérhető. E korszakunkat Humboldt a *Fraunhofer-féle műszerek korszakának* mondja.

I.

ÁLLÓCSILLAGOK.

15. *Csillagképek.* — Az állócsillagok, a mint már említők, kölcsönös fekvésöket szembetünőleg nem változtatják; de azon kívül még önfényűek is, s látszólagos átmérőjük mérhetlenül kicsi. Azonban előbb, mintsem eme sajátságaikról tüzetesen szólnánk, szükséges elhelyeztetésekkel kellőleg megismerkedni; s erre vonatkozólag mindenek előtt meg kell említeni, hogy valamint a Föld fölülete világrészekre- s ezek ismét országokra osztatnak: szintúgy az égi gömb is az *éjszaki* és *déli* félgömbre oszlik; az előbbi az éjszaki sarktól az egyenlítőig- s az utóbbi az egyenlítőtől a déli sarkig terjed. De meg az éjszaki félgömb szintúgy mint a déli ismét több részre osztatik, s e részek mindegyike sok csillagot foglal magában és *csillagképnek* neveztetik. Ptolomaeusz, ki a 2. dik században virágzott Krisztus után, összesen csak 48 csillag-képet számlál elő, és pedig 1) a nappálya mentében tizenkettőt, melyek sajátyszerű jelekkel fejeztettek ki, azokkali tudniillik, melyek e helyen neveik mellé iktatvák:

Kos, ♈	Mérleg, ♎
Bika, ♉	Bököly, ♍
Ikrek, ♊	Nyilas, ♐
Rák, ♋	10. Bak, ♑
5. Oroszlán, ♌	Vízöntő, ♒
Szűz, ♍	Halak, ♓

E csillagképek, a nappálya mentében, öv gyanánt mutatkozó területet foglalnak el, mely *állatövnek* nevezetik, jóllehet ezen állatövbeli csillagképek közt olyanok is vannak, melyeknek nevei az állatoktól nem kölcsönzvék. 2) Az állatöv északi oldalán Ptolomaeusz 21 csillagképet számlál elő:

Nagy medve,	Szekeres (Fuhrmann)
Kis medve,	Kigyótartó,
Sárkány,	Kigyó,
Cefeusz,	15. Nyíl,
5. Ökrész (Bootes),	Sas,
Éjszaki korona,	Delfin,
Herkulesz,	Kis ló,
Lant.	Pegazus
Hattyú,	20. Andromeda,
10. Kassiopéa,	Éjszaki háromszög.
Perseus,	

3) Az állatöv déli oldalán Ptolomaeusz 15 csillagképet említ, úgymint:

Cethal,	Serleg,
Orion,	10. Holló,
Eridan,	Oltár,
Nyúl,	Centaur,
5. Nagy kutya,	Farkas,
Kis kutya,	Déli korona,
Argo,	15. Déli halak.
Nöstény vízikigyó,	

Az itt előszámlált csillagképekhez Tycho (Brahe) még más kettőt sorolt, melyek már a régi korban ismeretesek valának, úgymint:

Berenice hajfürte, Antinous.

A csillagképek számát szaporíták: 1) Bayer János, ki, Vespucci Amerigo tudósításai után indulván, a déli félgömbre eső 12 új csillagképpel állt elő, úgymint:

- | | |
|-------------|----------------------|
| Páva, | Hím vizikigyó, |
| Tukán, | Kaméleon, |
| Daru, | Méh vagy légy, |
| Főniksz, | 10. Paradicsommadár, |
| 5. Kardhal, | Déli háromszög, |
| Röphal, | Indián. |

2) Royer Ágoston 1679-ben öttel:

- | | |
|----------------|----------------------|
| Noah galambja, | Kis felhő, |
| Déli kereszt, | 5. Liliom vagy légy. |
| Nagy felhő, | |

3) Hevel 1690-dik évben 11-gyel:

- | | |
|-------------|--------------------|
| Nyakorjány, | Kis oroszlán, |
| Egyszarvu, | Hiúz, |
| Kopok, | Szobieszki paizsa, |
| Róka, | 10. Kis háromszög, |
| 5. Gyík, | Cerberusz. |
| Hatodló, | |

4) Halley egygyel, t. i. Tölgy nevüvel.

5) Flamsteedt kettővel:

- | | |
|-----------------|---------------------|
| Melanusz hegye, | 2-dik Károly szíve. |
|-----------------|---------------------|

6) Lacaille a 18-dik század közepén 14-gyel:

- | | |
|---------------------|--------------------|
| Szobrászműhely, | Légszivattyu, |
| Vegyészeti kemence, | Tengernyolcad, |
| Óra, | 10. Mértani körző, |
| Ferdénydedes háló, | Szögletmérő, |
| 5. Véső, | Távcső, |
| Festőpolc, | Górcső, |
| Tenger-iránytű, | Táblahegy. |

7) Lemonnier 1776-ban kettővel:

- | | |
|--------------|--------------|
| Iramszarvas, | Remetemadár. |
|--------------|--------------|

8) Lalande kettővel:

- | | |
|----------|---------|
| Kepe-őr, | Macska. |
|----------|---------|

9) Poczobut 1777-ben: Poniatovszky bikájával.

10) Hell egygyel: — György hárfája.

11) Bode nyolccal, ugymint:

Frigyes dísze,
Brandenburgi jogar,
Herschel távcsője,
Léggömb,

5. Falnegyedlő,
Távmérőn,
Villanygép,
Nyomda.

Az itt előszámlált csillagképek száma 109-re rug; neveik leginkább az állatország, gazdaszat, kereskedés, művészet, tudomány és vallás köréből kölcsönözvők; vannak azonban példák, hogy egyéb indokok is adtak alkalmat új csillagképek alkotására: így Berenice királyné fogadást tőn, hogy hajfürteit lemetszeti, ha férje (Ptolomaeus Euergetes) a csatából győztesen visszatér; de hajfürtei Venusz templomából, a hol letétettek, eltűnének, s íme, Konon azokat este az égboltozaton pillantá meg. A sasnak némely csillagai Antinousz nevet nyertek a Nilus folyamba beleveszett deli ifjutól, ki Hadrian császárnak kedvence vala. Bode berlini csillagász 1787-ben, meghalt fejedelmének tiszteletére, kikeríté Andromedából Frigyes díszét; s ezen elnevezést Lalande, az akkori párisi csillagász is elfogadta, de Bode viszont amannak gedélt macskáját a csillagképek közé iktatta. Egyéb-iránt meg kell még említeni azt is, miszerint nagyon csalódnánk, ha hinnők, hogy van némi hasonlatosság a csillagképek és ama tárgyak között, melyeknek neveit a csillagképek viselik.

16. Az állócsillagok nevei. — Minden csillagkép sok állócsillagot tartalmaz, melyek mindegyike, megkülönböztetés végett, valami nevet visel. Bayer az állócsillagok elnevezésére a görög betűket kezdé használni; minden egyes csillagképben tudniillik az első betűnél kezdvén, a betűrenden végig ment, s ha a csillagok száma a csillagképben nagyobb vala a görög betűk számánál, segélyül vevé a deák betűrendet; sőt utóbb a csillagok elnevezésénél számok is használtattak. Egyéb-iránt némely jelentékenyebb csillagok, az elnevezésökre szánt betűn kívül, más neveket is viselnek; így az Alfa csillag a Bika csillagképében Aldebarannak-

α és β (Alfa és Beta) Perszeuszban Algenibnek és Algolnak-, α (Alfa) a Szűzben Kalásznak is neveztetik stb.

17. *A csillagok osztályozása fényhatályosságuk szerint.* — Ha szemünket a csillagos égre észlelőleg függesztjük, lehetetlen azonnal észre nem vennünk, hogy némely csillagok jóval erősebben, mások meg sokkal gyengébben fénylenek, vagyis hogy a különféle csillagok fényhatályossága nem egyenlő; észrevevük ezt már a legrégibb korban is, s Hipparch, a görög csillagász, mintegy 2 ezer év előtt, 1026 állócsillagot, a fényhatályosság fokozata szerint, 6 rendre osztályozott; s hihe-tőleg Hipparch fáradozásának eredménye ama csillag-lajstrom, melyet Ptolomaeusz, Almagestnek címzett munkájában közölt. Az első rendbe soroltattak ama legnagyobb fényű csillagok, melyek az esti szürkületkor az égboltozaton legelőször mutatkoznak, s reggel a Nap kelte előtt legtovábbig láthatók; ezeknek száma Ptolomaeusz lajstromában 15-re tétetik. A második rendbe a csekélyebb fényhatályosságuak számíttattak; az utóbbi rendek a még gyengébben világítókat-s elvégre a 6-dik rend azokat tartalmazá, melyeknek fényhatályossága legcsekélyebb, s melyek este legutoljára jelenvén meg, reggel az égboltozatról leghamarább tűnnek el, de sőt éjjel is csak akkor láthatók, ha a hold nem világít s a levegő igen tiszta. Az első-, másod stb. rendű csillagok első-, másod-, harmadnagyságuaknak is neveztetnek; ezt azonban nem kell akkint érteni, hogy az első nagyságu, vagyis a legfényesebb csillagok egyszerűs mind a legnagyobbak is, és hogy ugyanazon osztályozás, mely fényhatályosságukat illetőleg alapíttatott meg, nagyságukra nézve is szintugy érvényes; mert az állócsillagok kiterjedtségét nem ismerjük, s a fényhatályosság nem csak a csillag nagyságától, hanem távolságától és fényforrásának minőségétől is függ; minél fogva a kisebb csillag kedvezőbb körülmények közt erősebb fényben mutatkozhatik, mint sok más, mely na-

gyobb kiterjedtséggel bír. — Az előbb említett osztályozás a mi korunkban is divatos, de a szabad szemmel látható csillagok hat rendén kívül, a távcsők föltalálása után, közönségesen még más hat vétetik föl, s az azokba tartozó csillagok heted-, nyolcad-, . . . 12-ed nagyságúaknak neveztetnek, és mivel csak távcsők segélyével láthatók, együttvéve *távcsöves csillagoknak* mondatnak; de, Struve állítása szerint, a pulkowai csillagda nagy távcsőjével, mely a müncheni Fraunhofer-féle intézetben készült, s melynek nyílása 14 hüvelyknyi átmérővel bír, 13-mad nagyságú csillagok is láthatók, sőt az ifjabb Herschel huszad nagyságúakat is emleget. — Azonban könnyen vehetni észre még azt is, hogy az ugyanazon rendbe sorolt csillagok sem egyenlő fényhatályosságúak; s azért már a 15-dik században, a mikor a csillagászat a mongolok uralma alatt Szamarkandban legnagyobb virágzásban vala, az első hat rend mindegyikében három fokozat alapított meg, mely szerint voltak *apró-, középszerű- és nagy* első, második stb. nagyságú csillagok; újabb időben minden egyes rendben 10 sőt annál is több fokozat vétetik föl és tértekkel jelöltetik: így Procyon, vagy másképp α (Alfa) a Nagy Kutyában 1. nagyságú, a kevesbbé fényes Aldebaran, vagy másképp α (Alfa) a Bikában $1\frac{1}{10}$ nagyságú stb. — A módok, melyekkel a csillagok fényhatályossága meghatározható, tulajdonkép a természettan körébe vágnak; igen sokfélék és mind- eddig vajmi tökéletlenek; de hogy e működésről még is fogalmunk legyen, nem lesz fölösleges egy módot föl- említeni, melyet az idős Herschel ajánlott és használt. Két, egymással mindenben megegyező távcső, egymás mellé állittatván, az egyik például Arkturuszra (másképp α az Ökrészben) igazítottatik, s a másik ugyanazon időben Fagd csillagra (másképp γ , Gamma a Nagy Medvében); s ekkor csak hamar észrevehető, hogy Arkturusz a távcsőn át nagyobb fényben mutatkozik, mint Fagd; ha már a távcsőnek Arkturuszra fordított vége elé ernyő tetetik, mely a távcső nyílásának három negyedét elfő-

di, akkor Arkturusz a nyílásnak egy negyedén ugyanannyi fényt bocsát a szembe, mint Fagd a másik távcsőnek egész nyílásán keresztül: miből önkint következik, hogy Arkturusztól négyszer annyi fény érkezik hozzánk, mintsem a Nagy Medve Gamma csillagától. Azonban Seidel a csillagok fényhatályosságának meghatározásánál a Steinheil-féle hasáb-fénymérőt használá; tudnillik a csillagtól érkező fénysugarak hasábbal fogatnak föl, melytől visszaveretvén, üveglencse segítségével kisebb vagy nagyobb távolságban a hasábtól, erősebb vagy gyengébb fényben mutakozó képpé egyesíthetők. Ily módon Seidel, Wega fényhatályosságát száznak vevén, némely, nálunk is látható, fényesebb csillagok fényhatályosságát, 1852-dik évben kiadott munkájában ekkép határozta:

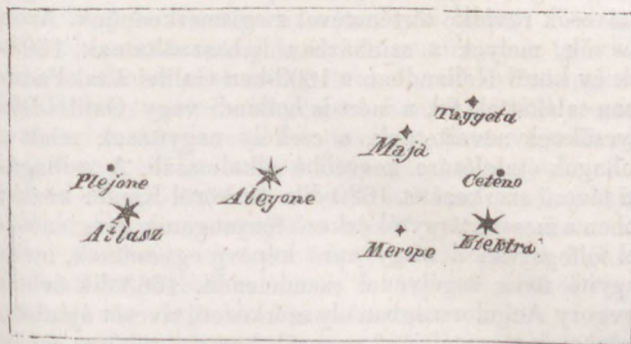
Sziriusz, vagy α (Alfa) a Nagy Kutyában	447
Wega, vagy α a Lantban	100
Arkturusz, vagy α az Ökrészben	85
Kecske, vagy α a Szekeresben	83
Procyon, vagy α a Kis Kutyában	74
Atair, vagy α a Sasban	49
Kalász, vagy α a Szűzben	47
Aldebaran, vagy α a Bikában	35
Antaresz, vagy α a Bökölyben	33
Regulusz, vagy α a Nagy Oroszlánban	32
Deneb, vagy α a Hattyuban	31
Polluksz, vagy β (Beta) az Ikrekben	28

Innen látni, hogy Sziriusz majdnem ötödfél annyi-, de Atair csak mintegy fél annyi fényt bocsát hozzánk, mint Wega stb. — A Nap fényhatályosságát Seidel 75 ezer-milliomszor akkorának találja mint Wegáét.

18. *A szabad szemmel látható csillagok száma.* — A lehetetlenségek közé tartozik megfelelni azon kérdésre, hogy mily nagy az összes csillagok száma; mert nem létezik, de nem is létezhetik oly távcső, melynek segítségével szemünk a roppant terjedelmű világtér min-

den zugába hatolhatna; a mért is e munkában csak a szabad szemmel vagy távcsők segélyével látható csillagok számáról lehet szó. — A szabad szemmel látható csillagok száma nem oly igen nagy, mint tán sokan hinni szeretik; Ptolomaeusz, a mint már előbb említők, összesen csak 1026-ot jegyzett föl; Argelander emezek számát az egész éggömbön mintegy 5 ezerre becsüli, de ezek közül ő csak 3256-ot látott. Azonban Heis Ede, münsteri tanár a csillagképeket, a mint azok Argelandernek 1843-dik évben kiadott jeles csillagabroszaiban fordulnak elő, az ég csillagképeivel egyenkint összehasonlítá, és ha itt ott oly csillagra akadt, mely a csillagabroszban kitéve nem vala, azt híven följegyzé; ily módon Heis Ede a Münster városa fölött szabad szemmel látható csillagokat nagy fáradozással és nem csekély idő-áldozattal összeszámítván, emezek számát 5029-re teszi; de mivel Münster fölött az összes éggömbnek csak $\frac{4}{5}$ része szemlélhető, ha az ott nem látható $\frac{1}{5}$ részen a csillagok szintoly arányban fordulnak elő, akkor a szabad szemmel látható csillagok összege, az egész éggömbön, Heis számítása szerint, 6300-ra rug; azonban itt meg kell említenünk, hogy Heis Ede kitünően éles szemekkel van megáldva, és hogy a kevesebb éles látásu jóval kevesebb csillagot lát. — Ezen alkalommal mintegy önkint villan föl eszünkben ama kérdés, valjon több csillagot láttak-e szabad szemmel az őskor emberei mint mi, vagyis hogy élesebb látásuak voltak-e nálunknál? S e kérdésre nemmel kell válaszolni. A 15. ábrában le van rajzolva a Bikában előforduló Fiastyuk, vagy hetevény néhány csillaga; ezek közül Alcyone 3-mad nagyságu, Elektra és Atlasz 4-gyed-, Merope, Maja és Taygeta 5-töd nagyságuak; az őkorbeliek a Fiastyukban szabad szemmel rendesen csak eme hat csillagot látták, mert Ovidiusz azt mondja rólok: hogy hatan vannak, de hétnek mondatnak (Quae septem dici, sex tamen esse solent, Ovid. Fast. IV. 170);

15. Ábra.



azonban, Hipparch szerint, holdvilág nélküli, tiszta éjeken a hetedik is látszott; Humboldt Sándor ama véleményben van, hogy e hetedik Celeno vala, mert szerinte Plejone, Atlaszhoz közel állván, emennek erősebb fénye miatt, aligha látható; de Heis Ede ellenben eme hetediknek Plejonét tartja, melyet ő szabad szemmel gyakrabban látott és pedig olyankor is, a mikor Celeno alig vala kivehető. Ezekből tehát azt kell következtetni, hogy az ókorbeliek nem láttak élesebben mint mi, mert Plejonét ők is, épen úgy mint mi, csak igen ritkán látták. Mint rendkívüli eset megemlíthető, hogy Heis Ede a Fiasztukban, igen kedvező körülmények között, 12 csillagot lát szabad szemmel; és Kepler azt beszéli, hogy az ő tanítója Mästlin, távcső és szemüveg nélkül, a Fiasztukban 14 csillagot látott. Egyébiránt a távcsők töltalálása előtt a csillagok észlelésére hosszú csők használtattak, melyeken át a csillag nagysága és fényhatályossága növekedni csak azért látszott, mivel az egyéb csillagoktól egyenesen érkező fénysugarak s nem különben a levegő által visszavertek is, a csőből nagy részben kizáratván, az észlelendő csillag fényére háborítólag és gyengítőleg nem hathattak.

19. A távcsők rövid története. — Mielőtt a távcső-

ves csillagok számáról szólnánk, nem leend fölösleges a távcsők rövidke történetével megismerkednünk. Azon távcsők, melyek a színházban is használtatnak, 1608-dik év körül Hollandban s 1609-ben Galilei által Paduában találtattak föl, a mért is hollandi vagy Galilei-féle távcsőknek neveztetnek, s csekély nagyításuk miatt a csillagok észlelésére kevesbbé alkalmasak. A csillagászti távcső szerkezetét 1620-dik év körül Kepler közlé; ebben a messze tárgytól érkező fénysugarak üveglencsével fölfogatván a tárgy apró képévé egyesülnek, mely nagyító üveg segítségével szemlélendő. 1663-dik évben Gregory Angolországban oly szerkezetű távcsőt ajánlott, melyben a tárgytól jövő sugarak homorú tükörre esvén és emettől visszaveretvén képet alkotnak, mely ismét nagyító üveggel szemléltetik. A távcsők a szerint, a mint a messze tárgytól érkező fénysugarak tükörrel vagy üveglencsével fogatnak föl, *tükrös-* vagy *lencsés* távcsőknek neveztetnek. A tükrös távcsők között leginkább hirhedtek el a következők: 1) Herschelnek két távcsője, melyek elsejében a tükör a nyílásban másfél lábnyi átmérővel bír, a gyútáv 20 lábnyi, a vonalmenti nagyítás kétezerszeri; a másodikban a tükör nyílása 4 lábnyi, a gyútáv 40 lábnyi, a nagyítás 6500-szori; de e tükör csak hamar elhomályosodván, a távcső haszonvetlenné vált. 2) A Lassell-féle, melynek tükre két lábnyi nyílással bír, gyútávja 20 lábnyi. 3) A Rosse-féle, melynek tükre 6 angol lábnyi nyílással és 50 lábnyi gyútávval bír. — A lencsés távcsők között legnagyobb hirre vergődtek azok, melyek Münchenben Fraunhofer és Utzschneider látszerészi intézetében készültek. Ezen intézetből oly távcsők kerültek ki, melyekben a távol tárgytól jövő fénysugarak fölfogására szánt lencse, vagy röviden szólva a tárgyüveg 14 hüvelyknyi nyílással bír, a gyútáv 21 lábnyi, s a vonalmenti nagyítás kétezerszeri. Jelenleg ugyanezen intézetben 16 hüvelyknyi nyílással bíró tárgyüveg előállításán fáradoznak. —

Egyébiránt nem tartjuk fölöslegesnek e helyen megemlíteni, hogy mi a szabad szemmel nem látható csillagokat csak azért nem látjuk, mivel szemfényünk igen kicsi levén a messzeeső csillagoktól, oly kevés fénysugarat fog föl, hogy azok az idegrecére észrevehető benyomást gyakorolni képtelenek; de a távcsők tükrei vagy tárgyüvegei nagyobbak levén, a fénysugarakat nagyobb mértékben fölfogni képesek, melyek ha akkint összehajlókká válnak, hogy mindnyáján a szemfénybe hatolhatnak: akkor a távcsők segélyével annyival több fényt fogunk föl mintsem szabad szemmel, a hányszor a tükör vagy a tárgyüveg nagyobb a szemfénynél; a mikor az idegrecére gyakorolt benyomás is annyszor erősebbé válik. Hogy tehát a távcsők segélyével jóval több csillagot látunk, azt nem annyira a távcsők nagyításának, mint inkább a tükör vagy tárgyüveg nagyobb fölületének köszönhetjük.

20. *A távcsöves csillagok száma.* — A csillagos ég észlelésére távcsőt használván, igen sok csillagot veszünk észre, melyeknek létét előbb nem is gyanítók; a Fias-tyukban például, melyben az előbb mondottak szerint rendesen csak hat csillagot látunk, csekélyebb nagyításu távcsővel is 64 csillag kivehető; s minél nagyszerűbb a távcső, az ég boltozatán annál több csillag válik láthatóvá olyannyira, hogy elvégre számukat meghatározni, habár csak megközelítőleg is, roppant nehézségekkel jár. E fölötté terhes munkában legalaposabban járt el Argelander, ki

az 1. nagyságu csillagok számát	20-ra teszi,
a 2. " " "	65-re "
a 3. " " "	190-re "
a 4. " " "	425-re "
a 5. " " "	1100-ra "
a 6. " " "	3200-ra "
a 7. " " "	13000-re "
a 8. " " "	40000-re "
a 9. " " "	142000-re "

E szerint eme 9 osztálybeli csillagok száma összesen 200 ezerre rúg; de igen helyesen veszi észre Struve, a

nagyhírű pulkowai csillagász, miszerint minden egyegy osztály mintegy háromszor annyi csillagot tartalmaz, mint a közvetlenül előtte álló; ha tehát ezen arány a 10-dik és következő osztályokra nézve is szintugy érvényes, akkor az első 14 osztálybeli csillagok számát legalább is 43 millióra becsülhetjük; pedig, hogy Arago szavaival éljünk, „ha ezen adatok hibásak, akkor hihetőleg azon értelemben hibásak, hogy a számok kicsinyeknek vétettek; a csillagok valódi száma valószínűleg nagyobb,“ mi kevesebbé hihetlennek fog tetszeni, ha megfontoljuk, hogy Herschel állítása szerint, a 40 lábnyi gyutávu távcső segítségével, az azonnal említendő tejútban is, mintegy 18 millió csillag látható. Argelander első nagyságoknak nevezi az imitt következő 20 állócsillagot:

- 1) Sziriusz, vagy α (Alfa) a Nagy Kutyában
- 2) μ (Éta) Argo hajóban,
- 3) Kanopusz, vagy α (Alfa) Argo hajóban.
- 4) α (Alfa) a Centaurban,
- 5) Arkturusz, vagy α (Alfa) az Ökrészben,
- 6) Rigel, vagy β (Béta) Orionban,
- 7) Kecske, vagy α (Alfa) a Szekeresben,
- 8) Wega, vagy α (Alfa) a Lantban,
- 9) Procyon vagy α (Alfa) a Kis Kutyában,
- 10) Betelgeuze, vagy α (Alfa) Orionban,
11. Acharnar, vagy α (Alfa) Eridánban,
- 12) Aldebaran, vagy α (Alfa) a Bikában,
- 13) β (Béta) a Centaurban,
- 14) α (Alfa) a Déli keresztben,
- 15) Antaresz, vagy α (Alfa) a Bökölyben,
- 16) Atair, vagy α (Alfa) a Sasban,
- 17) Kalász, vagy α (Alfa) a Szüzben,
- 18) Fomalhaut, vagy α (Alfa) a Déli halakban,
- 19) Polluksz, vagy β (Béta) az Ikrekben,
- 20) Regulusz, vagy α (Alfa) a Nagy Oroszlánban.

Ezek közül nálunk csak ama 14 látható, melyek a 3-dik ábrában fordulnak elő.

21. *Csillagcsoportok, tejút, ködfoltok.* — Távcsök használata nélkül is észrevehető, hogy az égi boltozat némely pontjain a csillagok nagyobb számmal összehalmozvák, e halmazakat *csillagcsoportoknak* mondjuk. A szabad szemmel látható csillagcsoportok közé tartoznak például a Fiastyuk, a Jászol a Rákban; ilyenek láthatók Berenice hajfürtében, Perszeuszban, Herkuleszben stb. — Nagy mértékben köti le figyelmünket a már előbb említett *tejút* is, vagyis ama fehérszínű s a föllegekhez nagyban hasonlító, széles sujtány, mely az égboltozaton gyűrű alakjában terjed el, s a Nagy Kutyából az Ikrek, Orion és Bika szélein s nem különben a Szekeresen keresztül vonulván, Perszeuszban a Bikából kiinduló ágával egyesül, s ekkép Cefeuszon áthuzódván a Hattyuban két felé oszlik, egy ága Herkulesz — s a Kígyótartón keresztül a Bökölynek, másika a Sas felé tart; de e két ág az éggömb másik részén ismét egyesülvén a Nagy Kutyában önmagába tér vissza. A *tejút* az egyenlőt mintegy 63 foknyi szög alatt átmetszvéen, az éggömböt két egyenlőtlen részre osztja; szélessége az égboltozat különféle helyein különböző, így a Hajó és Kereszt között látszólag csak mintegy 7- vagy 8-szor de a Kígyótartó és Antinousz között majdnem 44-szer oly széles mind a hold; s Herschel szerint némely helyeken a távcső segélyével 6, sőt 7 fokkal is szélesebbnek látszik, mintsem szabad szemmel. A Föld központján átmenő s a *tejút* síkjára függélyes vonal *tejúti tengelynek* mondatik; s a hol e tengely két végpontja az égboltozatot éri, ott vannak a *tejúti sarkok*, melyek egyike Berenice Hajfürtébe és másika a Főnixsz és Cethal közé esik. — Az égboltozat különféle tájain ködszerű foltok nagy számban mutatkoznak, melyek a holdnál látszólag majd kisebbek, majd jóval nagyobbak, majd gömb-, majd tojás-, majd szabálytalan alakuak levén, *ködfoltoknak* neveztetnek. Ezek közül szabad szemmel csak kevés látható; így kedvező körülmények közt kivehető

az, mely Andromedának ν (Nü) csillaga mellett mintegy tíz akkora síkon terjed el, mint a mekkorát a hold foglal el; holdvilágtalan éjeken szabad szemmel látható a déli sark felé fekvő és nálunk láthatlan, két magellani vagy Kap-fölhő is, melyek nagyobbja látszólag mintegy 160-szor s a kisebb mintegy 40 szer akkora mint a hold; mind a kettő külszínre nézve a tejúthoz nagyban hasonlít. Azonban a ködfoltok leginkább csak távcsők segítségével láthatók, s épen azért nem csoda, hogy azok a távcső előtti időkben, az észlelők figyelmét elkerülék. Az első ködfoltot földözé föl Marius Simon 1612-dik évben, tudniillik azt, mely Andromedának ν (Nü) csillaga mellé esik; 1656-ben földözé föl Huygens az igen szabálytalan alakú ködfoltot Orionban; 1716-dik évben Halley összesen csak 6 ködfoltot ismert, de Lacaille és Messier kilencvenet ismertettek meg; s az idősb Herschel egymaga 2500 ködfoltot földözött föl, s jelenleg már 3600-nál is több ködfoltnak elhajlása és egyenes emelkedése határozottatott meg. — A ködfoltok, melyek kisebb távcsőkön át csak ködszerű foltoknak mutatkoznak, a nagyszerűebbekkel észleltetvén igen gyakran ezer meg ezer csillagra bomlanak, s ezen esetben csillagsoportoknak, és pedig távcsőves csillagsoportoknak mondatnak. Ezek sorába tartozik a ν (Nü) csillag melletti Andromedában, melyben néhány év előtt Bond (Cambridgeben) tömérdek csillagot s köztök 1500-at tisztán látott; Herschel a nagyobb magellani fölhőben mintegy 600 s a kisebbikben 200 csillagot számlált, s azon fölül a nagyobbikban 278 — a kisebbikben 37 ködfoltot és csillagsoportot vön észre. Ugyanaz tapasztalható a tejútban is, hol Herschel, a mint már említők, mintegy 18 millio csillagot vél láthatónak; igen nevezetes tünemény az, hogy a tejútban igen sok csillagsoport s vajmi kevés ködfolt találtatik, s ez utóbbiak alakja többnyire szabálytalan: ellenben, minél inkább távozunk szemeinkkel a tejúttól, annál kevesebb csillagsoport, s

annál több szabályos alaku ködfolt válik láthatóvá. — Említésre méltónak tartjuk még azt is, hogy Herschel a gömb- vagy tojásalaku ködfoltokat, ha tisztán kivehető határokkal s mindenütt egyenlő fényhatályossággal birnak, *bolygószerű ködöknek* mondja; az ilyen ködfoltokban azonban néha középett világosabb pont látható, mely némelyekben kisebb, másokban nagyobb és olykor csillagszerű fényhatályossággal is bir; az ily alkatu ködfoltok *ködcsillagoknak* neveztetnek, s néha két, sőt három világosabb pontot is tartalmaznak. Az eddigi tapasztalás az tanítja, hogy minél tökélyesb az észleletre használt távcső, annál több ködfoltot látunk csillagcsoporthá válni; innen azonban nem lehet következtetni azt, hogy minden ködfolt csillagokra bomolható; mert valószínűnek látszik Herschelnek, Humboldt által is pártolt, ama véleménye, mely szerint némely, főleg szabályos alaku ködfoltok csakugyan ködszerű vagyis idomtalan anyagot tartalmaznak, melyből lassankint megsűrűdés útján új csillagok keletkeznek; e nézet mellett harcol leginkább a bolygószerű ködök és ködcsillagok ama, kevésbé előbb említett különfélesége, mely mintegy oda mutatni látszik, hogy ezen alakuló világtestek némelyei a fejlődésnek alantibb-, mások meg már magasabb fokára emelkedtek.

22. *A csillagok elhelyezésének törvénye.* — Hogy a csillagok elhelyezésének törvénye ismeretessé lön, azt leginkább az idősb Herschelnek köszönhetjük, ki 1785-ik év körül távcsőjét mindenféle irányban az égre igazítván, a benne mutatkozó csillagokat összeszámítá; ez uton csak hamar kitűnt, hogy az 1. 2. 3. és 4-gyed nagyságu csillagok, mikint már az ókorbeliek is hitték, az éggömb minden táján, egyenlő nagyságu területen egyenlő számmal fordulnak elő; a kivételek eme szabálytól igen ritkák: így például Oriontól kezdve Keresztig az említett nagyságu csillagok valamivel nagyobb mennyiségben összehalmozvák, mintsem az éggömb

egyéb tájain. Azonban az 5-dik és következő rendek csillagaira nézve Herschel azt tapasztalá, hogy oly nagy területen, a mekkorán a tejútban 12,200 csillag létezik, 15 foknyi távolban a tejúttól csak 3030 csillag látható,

30	"	"	"	"	1768	"	"
----	---	---	---	---	------	---	---

60	"	"	"	"	652	"	"
----	---	---	---	---	-----	---	---

A tejúti sarknál					415	"	"
------------------	--	--	--	--	-----	---	---

Innen látjuk, hogy a tejútban legtöbb, s különösen egy négyzetes foknyi területen majdnem 30-szor annyi csillag létezik, mint a mennyi a tejúti sarkoknál ugyanakkora területen fordul elő. — Az imint mondottakból azt kell következtetnünk, hogy az égboltozat ama részén, melyben a Nap tartózkodik, szinte vannak csillagok; mikint történhetik tehát, hogy mi a fölöttünk napközben elterülő égboltozaton, semmi csillagot nem látunk? e kérdésre legrövidebben csak azt válaszolhatjuk, hogy mi szemeinkkel csak úgy vagyunk, mint füleinkkel és egyéb külérzékeinkkel; lehetetlen meghallanunk a csendesen szólót, ha a közben valaki a trombitát hatalmasan harsogtatja; így a Nap erős fénye is a csillagok gyenge világát észrevehetlenné, láthatlanná teszi: de távcsők segítségével, vagy napfogyatkozás alkalmával, a hatályosb fényű csillagok nappal is láthatókká válnak. Galilei Venuszt és Jupitert nappal nem igen nagyszerű távcsőjével, s Argelander december 7-kén 1849-ben Jupiter holdjait, egy negyed órával a napkelte után, szinte távcsővel látta. Thucydidesz említi (II. 28.) hogy a peloponneszi háború első évében (Heis Ede számolása szerint, augusztus 3-kán este hatodfél órakor, 431-dik évben Krisztus előtt) a Nap besötétedvén, némely csillagok láthatókká váltak, pedig e napfogyatkozás nem vala teljes. — E helyen megemlíthetjük azon, elég általánosan elterjedt véleményt, melyet már Arisztoteles és Plinius is emlegetett, s mely szerint a csillagok nappal a föld odúiból, vízfogók-, kutak- és egyéb mélyedésekből vagy igen magas hegyekről szabad szemmel látha-

tők, erre vonatkozólag Humboldt Sándor azt állítja, hogy ő minden iparkodásának és gyakori észleleteinek dacára, e nézet valóságáról öntapasztalat útján meg nem győződhetett; és hogy sokféle kérdezősködések után sem akadt soha oly bányászra vagy kéményseprőre, ki a csillagokat az aknákból vagy a kéményeken át nappal látta volna; azonban az ifjabb Herschel még is ismert oly látszerészt, ki kora fiatalságában a csillagokat nappal a kéményen át látta. Egyébiránt e tárgyat illetőleg, igen helyesnek találjuk Humboldt észrevételét, mely szerint e tűnemények csupán azért, hogy ritkán fordulnak elő, nem tagadandók.

23. *Az álló csillagok átmérője és látköze.* — A természettan azt tanítja, hogy látás közben a szem idegrecéjének nem csak ama része, melyen a látott tárgy képe jelenik meg, hanem a képet környező részek is rezgő mozgásba hozatnak; e tűnemény *megsugárzásnak* nevezetik, s ennek következménye az, hogy az erősen világító tárgyak, például az állócsillagek, jóval nagyobbaknak mutatkoznak. Így történhetett tehát, hogy Keppler Sziriusznak látszólagos átmérőjét szabad szemmel 240-és Tycho ugyanazt 120 ívmásodperenyinek találta; de a távcsőkön át az álló csillagok látszólagos átmérője annál kisebbnek látszik, minél erősebb amazok nagyítása; így Gassendi, a távcsők föltalálása után ezek segélyével Sziriusz átmérőjét 10 másodperenyinek becsülte, de korunk nagyszerű távcsőiben ezen állócsillag csak mérhetlenül kicsi pont gyanánt mutatkozik; ugyaneme tűneményt vesszük észre a többi állócsillagon is. — De valamint az átmérő, szintoly mérhetlenül kicsi az állócsillagok látköze is; sőt az évi látköz meghatározása is csak néhány állócsillagnál (Peters állítása szerint 33-nál) sikerült, pedig, a mint már a 14. szám alatt említők, az évi látköz meghatározására választott álláspontok 41 millió mérföldre esnek egymástól; a miből az következik, hogy eme, már elég nagy távolság, az állócsillagok

roppant távolához képest egészen elenyészik. Jelenleg a hozzánk legközelebbnek vélt 5 állócsillag a következő:

Az állócsillagok nevei	évi látközeik	távolaik a Földtől
Alfa Centaurban	$\frac{91}{100}$ "	$4\frac{1}{2}$ billio földr.mérföld
61 a Hattyuban	$\frac{37}{100}$ "	11 " " "
Sirius a Nagy kutyában	$\frac{23}{100}$ "	18 " " "
Wega a Lantban	$\frac{21}{100}$ "	20 " " "
Arkturusz az ökrészben	$\frac{13}{100}$ "	33 " " "

Ezekből látjuk egyrészt, hogy a csillagászat mostani állása szerint a hozzánk legközelebbi állócsillag Centaur Alfája, melynek évi látközét 1832-dik évben Henderson és 1839-ben Maclear a Jóremény hegyfokán határozták meg; de másrészt meg, hogy az állócsillagok távolsága igen nagy, mert millió esztendőben nincsen annyi idő-másodperc, a hány mérföldre esik Arkturusz a mi Földünkől; a fény, mely különben egy időmásodperc alatt majdnem 42 ezer mérföldet fut be, Arkturuszból kiindulván, 25 évig a világtérben vándorol, míg elvégre hozzánk érkezik; pedig vannak állócsillagok, melyek tőlünk még sokkal távolabbra esnek; vannak hihetőleg olyanok is, melyekből a fény csak évek milliói után érkezik hozzánk; mert a világtér roppant kiterjedtsége minden képzeletünket hatalmasan túlszárnyalja.

24. Az állócsillagok fényforrása. — Az állócsillagok mindannyi napok, vagyis oly égi testek, melyek mint a Nap, nem idegen, hanem saját fényökkel világítanak. Hogy ennek valóságáról meggyőződünk, idézzük vissza emlékezetünkbe, a mit már egyszer megem-

liténk, tudni illik, hogy Seidel a Nap fényhatályosságát 75 ezer milliomszor akkorának találta mint Wegát; de vegyük fontolóra egyszersmind a természettan ama törvényét, mely szerint a fénylő test kétszer kisebb távolban négyszer erősebben-, háromszor kisebb távolban kilencszer erősebben világít, és így tovább; ezek szerint Wega, mely 970 ezerszer annyira van tőlünk mint a Nap, emennek helyére állíttatván, 940,900 milliomszor akkora fényben mutatkoznék, mint a minőben jelenleg látható; Wega tehát legalább is 12-szer annyi fényt árasztana mint a Nap, ha mind a kettő egyenlő távolságra esnék a Földtől. Épen így kimutatható, hogy Sziriusz 47 szer akkora fényt terjeszt, mint a mi Napunk, mely Sziriusz helyébe állíttatván jóval jelentéktelenebb csillag gyanánt mutatkoznék. Ha tehát a Nap saját fényével világít, elég okunk van ugyanazt állítani az állócsillagokról is, melyek oly roppant távolságokban, más égi testektől kölcsönzött fény segélyével láthatók sem volnának. Hogy az állócsillagok fényére vonatkozólag még inkább tisztába jöhessünk, meg kell említeni még azt is, hogy Arago, Franciaország nagyhirű természetbuvára 1819-dik évben, a csillagok fényének észlelésére, sajátzerű műszert szerkesztett össze, s ezt utóbb kellőleg megjavítván, *sarkulásmutatónak* nevezte; e műszer részletes leírása a természettan föladatai közé tartozik, mi e helyen röviden csak ama tüneményeket soroljuk elő, melyeket a világító tárgyakon e műszeren keresztül vehetni észre. Oly tárgyak, melyek, mint például a hold, saját fénynyel nem bírnak, hanem csak a máshonnan jövő és visszavert fény segélyével láthatók, a sarkulásmutatón keresztül észleltetvén, két képet idéznek elő, melyek színre nézve akkint különböznek egymástól, hogy ha az egyik zöld, akkor a másik vörös; ha az egyik kék, akkor a másik narancsszínű; ha az egyik sárga, akkor a másik ibolyaszínű: vagyis e két kép mindenkor külön színekben, és pedig mindig az

ugynevezett pótszínekben szokott mutatkozni; ugyaneme tüneteményt mutatják az önfényű szilárd és csepfolyó testek szélei is, mint például az izzó vagy a hőolvasztott vas; s általában ily tüneteményt mutat minden test, mely az ugynevezett sarkított fényt árasztja. De az izzó lég-geknél, például a lángoknál, a sarkított fénynek semmi nyoma sem levén, a két képnek színe egymással egyenlő; s ily képeket adnak az állócsillagok, ilyeket a Nap is, a miből önkint következik, hogy valamint a Nap, szintúgy az állócsillagok is önfényűek, és hogy bizvást légneműnek tarthatjuk azon anyagot, mely a fénysugarakat a világtér minden irányába szertelőveli; a csillagok eme világító lege *fénykörnynek* neveztetik. Azon okot, mely a fénykörnyben a fény keletkezését eszközli, vagy rövidebben szólva, a fényforrást illetőleg, jelenleg oly vélemény még föl nem állítható, mely bennünket tökéletesen kielégítvén minden kifogásnak utat zárna. Az előbb mondtak után azt már beláthatjuk, miszerint vajmi nagy tévedésben valának azok, kik valaha hitték, hogy a Nap s az állócsillagok lávaszerű anyaggal vannak körülvéve, mert hisz akkor ezen csepfolyó és izzó anyag sarkított fényt is sugározna felénk, mely Arago sarkulásmutatójával észrevehető volna. Más nézet szerint a Nap és állócsillagok fényforrásául az égés tekintetik; de hogy egyebet ne is említsünk, honnan kerülnének elő az égő- és gyújtóanyag ama roppant mennyiségei, melyek sok évezreden át, ily fölötte nagy mérvű égés föntartására, szükségeltetnének? Legvalószínűbbnek látszik ama vélemény, mely manapon leginkább pártoltatik, s mely szerint a fénykörnybeli világosság oly természetű vilanyfolyamok által idéztetik elő, melyek a mi Földünkön az ugynevezett sarkfényt hozzák létre. Azonban a sarkfény jelenleg még ama tünetemények közé sorolandó, melyeknek okait és törvényeit a titok fátyola nagyban borítja; egyébiránt igen remélhető, hogy a természetbuvároknak, de főleg Plückernek a Geissler-féle csökekkel

tett kísérletei, a sarkfény természetére vonatkozólag, a közel jövőben némi fényt derítendnek.

25. *Változékony csillagok.* — Az álló csillagok közt vannak olyanok is, melyek majd nagyobb, majd kisebb fényhatályossággal mutatkoznak; ezeket *változékony csillagoknak* mondjuk. Fabricius Dávid vala az első, ki az 1596-dik évben e tűneményt a Cethal O csillagán véve észre; Augusztus 13-dikán ő e csillagot harmad-nagyságúnak látta, de ugyanazon év october hónapjában már nem vala látható, 1639-ben Holwarda, franekeri tanár, fényhatályosságának változatait időszakiknak találta; tudniilik a szóban forgó csilag, mely eme nevezetes sajátsága miatt a Cethal Csodásának neveztetik, hatod nagyságúvá, vagyis szabad szemmel láthatóvá válván, fényhatályossága középleg mintegy 50 napig növekedik, mire azután fogyni kezd, s 69 nap múlva ismét hatodnagyságúvá lesz, de fényhatályossága emez időn tul is még kissebbedvén, miután legkisebb értékét eléré, ismét növekedni kezd, hogy ismét hatod nagyságúvá váljék; mind eme változaton a Cethal Csodása 331 nap- és 20 óra alatt megy keresztül; s középleg mintegy 4 hónapig, de valódilag némelykor 3-, némelykor 5 hónapig szabad szemmel látható; legnagyobb fényében néha mint másod, néha csak mint negyed-nagyságú csillag látszik, s fényhatályosságának legkisebb voltában már 11-, vagy 12-ed nagyságúnak is mutatkozott, más-kor meg távesővel sem vala látható. Ily természetű eltérések a többi változékony csillagnál is tapasztalhatók, azonban Argelander azt sejdíti, hogy ezen eltérések is némi szabályosságot tüntetnek elő. Legrövidebb változati időszakkal bír Algol vagy β (Béta) Perszeuszban, mely 2 nap, 20 óra és 49 perc alatt végzi be időszakát; Algol változékonyosságát földözé föl Montanari az 1669 dik évben. Jelenleg már 24, időszakilag változékony csillag ismeretes, s ugyanannyira teszi Argelander azoknak számát, melyekről elég okunk van hinni, hogy szinte a

változékonyak közé sorolandók; az előbbi 24 között jelentékenyebbek az imitt következők:

A csillag neve	Az időszak tartama			Hányad nagysága a fényhatályosság	
				legnagyobb	legkisebb
	nap	óra	perc	voltában?	
O Cethalban	331	20	—	4 vagy $2\frac{1}{10}$	0
Béta Perszeuszban	2	20	49	$2\frac{3}{10}$	4
Chi Hattyuban	406	1	30	$6\frac{7}{10}$ vagy 4	0
Éta Sasban	7	4	14	$3\frac{4}{10}$	$5\frac{4}{10}$
Béta Lantban	12	21	45	$3\frac{4}{10}$	$4\frac{5}{10}$
Alfa Herkuleszben	66	8	—	3	$3\frac{4}{10}$
Alfa Kasziopéában	79	3	—	2	$3\frac{2}{10}$
Alfa Orionban	196	—	—	1	$1\frac{2}{10}$

26. *Ideiglenes csillagok.* — Némelykor az égi boltozaton előbb nem látott állócsillagok váratlanul jelennek meg, s miután hosszabb vagy rövidebb ideig tündököltek, semmi nyomot maguk után nem hagyván, ismét eltűnnek; ezeket mi *ideiglenes csillagoknak* mondjuk; ilyen vala a 389-dik évben a Sas Alfája mellett megjelent csillag, mely fényhatályosságára nézve Venusz bolygóval vetélkedett, s három hét múlva végképen eltűnt. Az ideiglenes csillagok közt legelhirhedettebb az, mely november 11-kén 1572-dik évben Kasziopéa csillagképében vétetett észre; e csillag fényhatályosságra nézve Tycho észleletei szerint eleinte Szíriuszszal vetélkedett, és nemsokára rá azt olyannyira multa fölül, hogy éjjel a kevésbé sűrű, de a többi csillagot mégis elfedő fölhőkön keresztül is volt látható, sőt a jobb szeműek azt tiszta idő alkalmával szabad szemmel déli órákban is látták; fényhatályossága azonban ugyanazon év december hónapában lassanként gyengülni kezdett, sőt fehér

színe is sárgásra, majd meg vörösre, s elvégre ismét fehérésre változott; s miután 16 hónapig az ég boltozatán eleinte igen nagy, utóbb pedig fokonyként fogyó hatályossággal világított, 1574-dik év martius hónapjában szabad szemmel láthatóvá lenni megszűnt; de hogy tündökölt-e még utóbb is mint 7- vagy 8-ad nagyságu csillag, arról semmi tudomásunk nincsen, mert akkor még a távcsők föláltalva nem valának. Leovitius Cyprián cseh csillagász állítása szerint egyik kézirati évkönyvben föl vala jegyezve, hogy a 945. és 1264-dik évben a tejút közelében Cefeusz és Kasziopéa között fényes csillag volt látható, a honnan némely csillagászok azt következtetik, hogy Tycho ideiglenes csillaga minden 313 év mulva jelenik meg; ha e nézet való, akkor mi azt 1885-dik évben látni fognók. Az utolsó előtti ideiglenes csillag 1670-dik évben a Rókában vala szemléltető; a legutolsó pedig 1848-ban a Kigyótartóban, ez utóbbi másképp Hind-félének is neveztetik, minthogy ápril 27-én 1848-ban Hind által födöztetett föl Londonban; e csillag kevésbé fölfödözése után legnagyobb fényében 5-öd nagyságunak mutatkozott, színét sokféleképp változtatá, s Lichtenberger azt, mint 11-ed nagyságu csillagot, 1850-dik évben utoljára látta. — Hogy az ideiglenes csillagok megjelenése mindenkor nagy figyelmet gerjesztett, azt igenis természetesnek találjuk; mert e tűnemény jóval ritkábban fordul elő, mintsem az üstökösök megjelenése; 1252-dik év óta a XIX-dik század kezdetéig csak 9 ily csillag mutatkozott, mialatt a szabad szemmel látható üstökösök száma 63-ra rug. Humboldt Sándor szerint, kétezer év leforgása alatt, összesen csak 21 ideiglenes csillag nyomára akadhatni.

27. *A változékony és ideiglenes csillagok tűneményének magyarázata.* — A változékony és ideiglenes csillagok, Humboldt véleménye szerint, rokon természetűeknek lenni látszanak, a mennyire tudniillik helyes ama nézet, hogy az ideiglenes csillagok oly változékonyak

gyanánt tekinthetők, melyek, ha fényhatályosságuk bizonyos fokig növekedett, láthatókká válnak; de némi idő múlva fényök gyengülni kezd, s elvégre ránk nézve, vagy örökre, vagy talán csak hosszabb időre, láthatatlannokká lesznek. E nézetet mi annál valószínűbbnek tartjuk, minél inkább tanusítja a tapasztalás, hogy az ideiglenes csillagok fényhatályossága, az első föllobbanás után, a változékony csillagok módja szerint, fokenként növekedik; s miután legnagyobb értékét eléré, ismét csak fokenként fogyni indul. De a fényhatályosság fokenkénti változatából következtethetjük egyszersmind azt is, hogy vajmi helytelen, vajmi valószínűtlen ama vélemény, mely szerint az ideiglenes csillagok oly égi testek gyanánt tekintendők, melyek első föllobbanásuk alkalmával a világter anyagából ujjalag keletkeztvén, rövid lét után, az égi testek sorából elenyésznek. — Ezen alkalommal majdnem lehetetlen kérdőleg nem fordulni önmagukhoz azon okok iránt, melyeknél fogva mi a változékony és ideiglenes csillagok fényhatályosságát majd nagyobbbnak, majd kisebbnek, majd meg semminőnek találjuk; itt azonban őszintén kell megvallanunk, miszerint kevés reményünk van, e tárgyra vonatkozólag, teljesen tisztába jöhetni; leghihetőbbnek látszik még az, hogy e csillagokban a fény, előttünk ismeretlen okoknál fogva, majd nagyobbbb, majd kisebb, és némelykor oly kicsi mérvben fejlődik, hogy az ily csillagok láthatlanokká válnak; de megtörténhetik még az is, hogy a fényfejlődés vagy bizonyos időre, vagy örökre is szűnik meg, s ez esetben az ideiglenes, vagy állandóan sötét állócsillagok, vagy is a *sötét Napok* állnak elő. Egy szóval, ezen nézet szerint a fényhatályosság változatai a különféle mérvű fényfejlődésnek következményei. Azonban midőn eme nézethez legszivesebben szegődünk, nem tartjuk lehetlennnek azt, hogy a fényfejlődés eme csillagokban folytonosan egymérvű is lehet, de a fényhatályosság ránk nézve különféle okoknál fogva még is csök-

kenhet; ezen okok sorába tartozhatnak a világtérbeli közegnek netaláni sűrűsödései; a csillagok és szemünk között elvonuló világtéri föllegek, vagy idomult égi testek, melyek a fénysugarakat előlünk részben vagy egészen elfogják; s elvégre azon legkevesebb valószínű eset is gondolható, hogy az állócsillagok némelyei oly mozgással birnak, melynek következtében a földhöz majd közelebb, majd meg tőle jóval távolabbra esvén, erősebb vagy gyengébb fényben mutatkoznak.

28. *A csillagok színei.* — Az állócsillagok némelykor mintegy remegni látszanak, s e közben gyakran fényhatályosságukat, és nem ritkán színöket is hirtelen változtatgatják; e tünetemény *csillagragyogásnak* nevezetik. De továbbá észrevehetni olykor azt is, hogy a csillagok, kevésbé keltők után vagy lenyugvásuk előtt, vörös színben mutatkoznak; eme két tünetemény oka a földünket környező levegőben rejlik, a miért is ezek nem annyira a csillagászat, mint inkább a lektan körébe tartozók. E helyen mi az állócsillagok csak ama színeiről szólunk, melyeknek oka a föld légkörnyének határain túl keresendő. Minden figyelmes észlelő tapasztalá, hogy az állócsillagok ugyanazon körülmények között színre nézve nem egyenlők: így Sziriusz, Wega, Deneb, Regulusz, Kalász fehérszínűek; vörösek vagy vörösösek Betelgeuze, Arkturusz, Aldebaran, Antaresz, Polluksz; sárga vagy sárgás színnel birnak Procyon, Atair, a sarkcsillag és főleg Béta a Kis Medvében; sőt olykor különféle színű csillagok egymás mellett fordulván elő, vajmi szép látványt mutatnak: így a Déli Kereszt Kap-pája mellett száznál több csillag jó távcső segítségével látható, melyek, mint mindannyi drágakövek, gyönyörű színvegyülekben tündöklenek. Az állócsillagok színei az idő folytával meg is változhatnak: így a jelenleg teljesen fehér Sziriusz valaha vörös vala, mert Ptolomaeusz eme 6 csillagot, ugymint Sziriusz-, Arkturusz-, Aldebaran-, Polluksz-, Antaresz- és Betelgeucét tűzvörösnek mondja.

Schmidt Gyula, előbb olomúci és jelenleg athéni csillagász szerint, Arkturusz 1841-ben sárgavörös, 1846-ban narancsszinű, 1848-ban vörös sárga, 1849-ben arany-sárga, 1852-ben fehérsárga, 1853- és 1854-ben sárga, 1855-ben arany-sárga vala. A változékony Éta az Argóban nemcsak fényhatályosságát, hanem színét is változtatja; s a változékony csillagok általában, ha különben vörösek, eme színöket többnyire változtatják. — Egyébiránt jelenleg vajmi nehéz föladat még csak sejdíteni is, hogy mily természetűek, mily mérvűek — s vajjon a csillagban, vagy a világtéri közegben, vagy mind a kétben történnek-e — ama változatok, melyeknek következtében a világtestek színei megmásulnak.

28. *Az állócsillagok napi mozgása.* — Az állócsillagok nevével ellentétes azon állítás, mely szerint azok helyöket változtatják; pedig mégis tagadhatatlan, hogy az állócsillagok mozgással is bírnak, mely részint látszólagos, részint valódi. A látszólagos mozgás közé tartozik először is az állócsillagok napi mozgása; mielőtt azonban erről szólnánk, szükségesnek véljük előrebocsátani azon észrevételt, hogy az idő háromféle óra szerint meghatározható: tudniillik a napóra, csillagóra és a közdivati óra szerint, mely utóbbi kettő az órás kezéből kerülven ki, műórának neveztetik. Már most a kitűzött tárgyra menvén át, mindenek előtt meg kell említeni, hogy a mint már a 10. és 12. szám alatt mondtók, az egész éggömb naponkint, a világtengely körül keletről nyugat felé, megfordulni, és minden állócsillag teljes kört befutni látszik; ily egyszeri megfordulásra, a közdivati óra szerint számítva, 23 óra, 56 perc és $4\frac{9}{10}$ másodperc szükséges; ezen időszak *csillagnapnak* neveztetik, s 24 egyenlő részre, vagyis 24 csillagórára, minden csillagóra 60 percre, minden perc 60 másodpercre osztatik; innen látjuk, hogy a csillagóra perc és másodperc rövidebb a közdivati műóra szerinti óra-, perc- és másodpercnél; azon műóra, mely a csillagok eme idő-

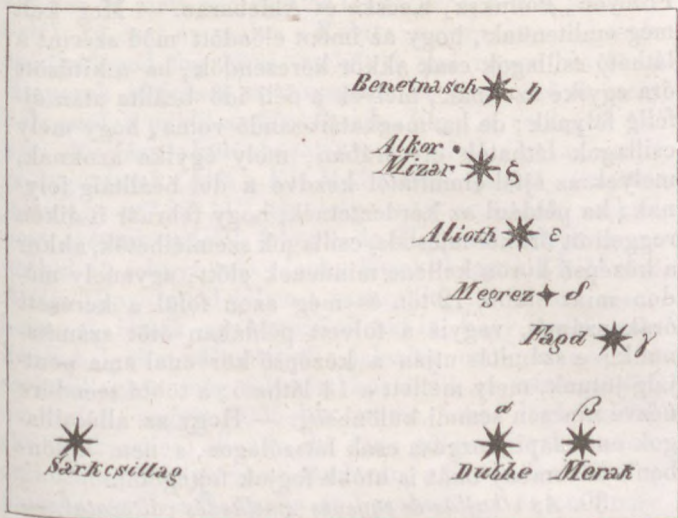
járásának kimutatására szolgál, csillagórának neveztetik, s egészen mást mutat, mint a közdivati műóra, mivelhogy

A csillagóra szerinti		A közdivati óra szerinti		
		órát	percet	másodpercet
24 óra	tesz	23	56	$4^9/_{10}$
1 óra	"	—	59	$50^{17}/_{100}$
1 perc	"	—	—	$59^{81}/_{100}$
A közdivati óra szerinti		A csillagóra szerinti		
		órát	percet	másodpercet
24 óra	tesz	24	3	$56^{64}/_{100}$
1 óra	"	1	—	$9^{86}/_{100}$
1 perc	"	—	1	$1^6/_{100}$

A csillagnap tehát majdnem 4 perccel kurtább ama napnál, melyet a közdivati műórák mutatnak. Ha tehát valami csillag, például Sziriusz, valamely napon, a közdivati műóra szerint számítva, esti 6 órakor kel, akkor másnap majdnem 4 perccel-, harmadnap majdnem 8 perccel- s félév múlva mintegy 12 órával hamarább (vagyis reggeli hat órakor) fog kelni; mivel tehát Sziriusz reggeli hat órakor kelvén, látkörünk fölött csak nappal áll, mi azt ekkor a Nap erős fénye miatt szabad szemmel nem láthatjuk; de félév előtt, a mikor esti 6 órakor kelt, Sziriusz látható vala, mivel látkörünk fölött éj idején vesztegelt. Innen már most önként következik, hogy mi például esti 9 órakor más csillagokat látunk tavasszal, másokat ősszel stb. Azonban az e munkához csatolt csillagabrosz segélyével nem nehéz megközelítőleg meghatározni, hogy mily csillagok láthatók valami kitű-

zött nap bármely órájában. Példakép vegyük föl e kérdést : február 5-dikén esti 8 órakor micsoda csillagok láthatók? — A földabroszból ugyanazon központból három körvonal van húzva, ugymint a külső, mely mellé a hónapok nevei csatolva; a középső, mely 24 egyenlő részre, vagyis órákra van osztva; s elvégre a belső, mely magában a félreeső, legapróbb kört tartalmazza. A külső körön meg kell keresni mindenek előtt a kitűzött napot, a fölvett példában tehát február 5-dikét, mely a külső kör ama részén keresendő, hol ezen fölírás : „Február“ fordul elő, s február 5-dike azon pontra esik, hol a 30 és 10 között a *v* betű áll; *v* fölött a középső körnél a szám 21 látható, ettől kezdve, a közvetlenül nagyobb szám felé, kell a középső kör mentében az órákat, a fölvett példában nyolcat, számítani, s e számítás útján eljutunk ama pontig, hol e szám 5 áll; az ekként fölkeresett szám és az éjszaki sark, vagyis az említett körök központja, egyenes vonallal, vagy, mi még célszerűbb, rájuk fektetett vékony kötötüvel összekapcsolandók; azután pedig a földabroszt akként kell fordítani, hogy a központ éjszak felé, s a fölkeresett szám dél felé álljon, a mikor a kötötű délkörünkbe esik. Az ekként fektetett kötötű a belső kört is metszi, s különösen a fölvett esetben a Szekeresnek Alfa vagy Kecske csillagánál; az olyan csillag, mely oda esik, hol a kötötű a belső körvonalat metszi, Magyarországbán, ha nem is egészen, de mégis megközelítőleg, tetőpontban áll; mellékesen említhetjük itt azt is, hogy a belső körbe rajzolt csillagok Magyarországbán mindenütt sark körüli csillagok. Ha már február 5-dikén, esti 8 órakor nyílt téren arcunkkal éjszaka felé fordulván, fejünket hátrahajtjuk, akkor a Kecske csillag tetőpontunk táján láthatóvá válik; előttünk jobbra van a Nagy Medvében előforduló Göncölszekér, a 16-dik ábrában rajzolt alakban; Dubhe és Merak a hátulsó-Megrez és Fagd az első kerekei; Benetnasch, Mizar és Alioth a rudja; Mizartól mintegy akkora távolságban,

16. Ábra.



a mekkorának a holdátmérő egy harmada látszik, van a körülbelül 6-od nagyságu Alkor, mely Humboldt állítása szerint, az araboknál Szajdaknak (kémlőnek) neveztetik, mivelhogy csak a jó szeműek által látható levén, a szem jóságának kémlelésére alkalmasnak tartatott. Ha a Göncöl szekérhátulsó kerekeink keresztül bal kéz felé terjedő egyenes vonalt képzelünk, e vonalban mintegy ötször akkora távolságban Dubhetől, mint a mennyire emez Meraktól esni látszik, föllelhető a sarkcsillag, a Kis Medve csillagképében. Ha kiszemelt álláspontunkon, megmaradván, arcunkkal dél felé fordulunk, előttünk látjuk a nép nyelvén Kaszásnak nevezett gyönyörű Oriont, mely az egyenes vonalban egymás mellett álló, és Jakab botjának nevezett három csillagról könnyen megismerhető; Jakab botjának balján látható a változékony Betelgeuce, jobb-
ján Rigel; és ha Betelgeucét mintegy központnak tekintjük, körülötte, majdnem körvonalban, hat, első

nagyságu csillag tündöklék, ugymint : Rigel, Sziriusz, Procyon, Polluksz, Kecske és Aldebaran. — Meg kell még említenünk, hogy az imént előadott mód szerint a látható csillagok csak akkor keresendők, ha a kitűzött óra egyike azoknak, melyek a déli idő beállta után éjfélig folynak; de ha meghatározandó volna, hogy mely csillagok láthatók oly órában, mely egyike azoknak, melyek az éjfél elmúltától kezdve a dél beálltaig folynak; ha például az kérdeztetnék, hogy február 5-dikén reggeli öt órakor micsoda, csillagok szemlélhetők, akkor a középső körön kellene mindenek előtt, ugyanoly módon mint előbb, 12-tőt, és még azon fölül a keresett órák számát, vagyis a fölvelt példában ötöt számítanunk; e számítás útján a középső körvonal ama pontjáig jutunk, mely mellett a 14 látható; a többi teendőre nézve nincsen semmi különbség. — Hogy az állócsillagok eme napi mozgása csak látszólagos, s nem különben e tűnemény okát is utóbb fogjuk fejtegetni.

30. *Az elhajlás és egyenes emelkedés változatai.* — Az állócsillagok, a most említett mozgáson kívül, olyneművel is birnak, melynél fogva elhajlásuk és egyenes emelkedésök változatoknak van alávetve. Ugyanis a tavaszpont az égboltozat ugyanama pontján állandóan meg nem marad: jelenleg a tavaszpont a földabrosz középső körének ama pontjára esik, mely alatt e szám 24 látható; de kétezer év előtt, vagyis Hipparch idejében, körülbelül a Kos csillagképének ama pontjába esett, hol a földabroszon ily kereszt (+) áll; mivel tehát akkori időben az első elhajlási kör is eme ponton ment keresztül, a csillagok látszólagos távola emettől, vagy is egyenes emelkedése szükségképen más vala, mintsem jelenleg: így Kalásznak egyenes emelkedése, mely Hipparch idejében 174 foknyi vala, ma már 201 és $\frac{1}{2}$ foknyi; és mivel a tavaszpont évenként mintegy 50 ívmásodperccel keletről nyugat felé távozik, mely tűnemény az *éjegyenpontok előllyomulásának* neveztetik, a Kalásznak egye-

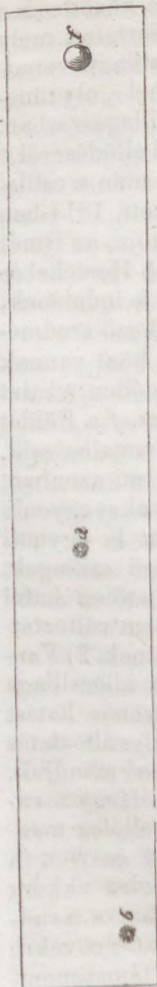
nes emelkedése is évenként mintegy 50 másodperccel, kétezer év alatt mintegy 27 fokkal növekedik, s körülbelül 26 ezer év múlva a Kalász ugyanamaz egyenes emelkedéssel fog birni, melylyel mai napon bir. De a Hipparch idejébeli tavaszponton az egyenlítő is ment keresztül, a miből az következik, hogy a csillagok akkori elhajlása is különbözött a mai napitól: így a mi sarkcsillagunknak (Alfa a Kis Medvében) éjszaki elhajlása jelenleg: $88^{\circ} 32' 11''$, távolsága tehát az éjszaki sarktól nem egészen másfél foknyi, de Hipparch idejében ez utóbbi 12 foknyi vala: innen látjuk, hogy a Kis Medve Alfája Hipparch idejében a sarkcsillag nevét nem viselhette; de látjuk egyszersmind azt is, hogy a világ sarkai is helyöket változtatják; jelenleg az éjszaki sark a sarkcsillaghoz még folyvást közeledik, s mintegy 235 év múlva, vagyis 2095-dik évben, hozzá legközelebb (26 ívperccnyire) álland; de azon túl az éjszaki sark a sarkcsillagtól folytonosan távozván, a Kis Medvéből Ce-feuszba, utóbb a Hattyuba és Lantba megy át, s mintegy 12 ezer év múlva leend Wega a sarkcsillag; későbbben az éjszaki sark Herkuleszbe, Sárkányba, s mától kezdve mintegy 26 ezer év múlva ismét a Kis Medve ugyanama pontjába fog esni, a melyben azt mai napon szemléljük. Az éjszaki sarknak ebbeli pályáját a csillagabroszon a legkisebb és legbelsőbb kör ábrázolja, hol a sarkcsillag szomszédságában rajzolt nyíl az éjszaki sark haladásának irányát mutatja. Az állócsillagok eme mozgása, a mint alább látni fogjuk, szinte nem valódi, hanem csak látszólagos.

31. *Kettős csillagok.* — Valódi mozgással bír igen sok kettős csillag. A távcsők föltalálása után csakhamar tapasztaltatott, hogy sok helyen, hol szabad szemmel csak egyetlen egy csillag látszik, a távcső segélyével kettő, három, sőt olykor több is kivehető; Mizarnál, a Göncöl-szekér rudjában, a jószemű a két csillagot kedvező körülmények között szabad szemmel is láthatja. Az

efféle tűneményt mutató csillagok *kettős csillagoknak* neveztetnek, de sokkal célszerűbb volna azokat, Humboldt útmutatása szerint, általában sokszorosoknak, s különösen a két, három, négy stb. csillagokból állókat kettős, hármas, négyeseknek nevezgetni. A múlt század közepe táján csak mintegy 20 kettős csillag vala följegyezve, s jelenleg, egy századdal későbbben, számuk már mintegy 6 ezerre rúg, ide nem számítva azokat, melyeknek kölcsönös távolsága nagyobb 32 ívmásodpercnél; ezen örvendetes eredményt leginkább az idősb és ifjabb Herschel, és főleg Struve fáradozásainak köszönhetjük. Struve az általa följegyzett 2641 kettős csillag között 113 hármasat, 9 négyeset, 2 ötöset talált; s Orion Thétájában (θ) hatos csillag fordul elő. — Fényhatályosságra nézve a kettős csillagok ama tűneményt mutatják, hogy közönségesen a két csillag egyike nagyobb, s a másik kisebb fényhatályossággal bír, az egyiket *főcsillagnak*, a másikat *kisérőnek* nevezhetjük; így a sark-csillagnál az egyik 2-ed nagyságu, s a másik 11-ed nagyságu. De gyakran fordul elő azon eset is, hogy a főcsillag vagy épen nem, vagy csak kevéssel fényesebb kísérőjénél; így Kasztor az Ikrekben egy harmad- és egy negyed nagyságu-, Gamma (γ) a Nagy Oroszlánban egy másod- és egy negyed nagyságu-, Gamma a Kosban két 5-öd nagyságu-, Gamma a Szűzben két 3-ad nagyságu csillagból áll stb. Szinre nézve, igen sok kettős csillagnál, mind a két csillag egyszínű, de különszínűek is nem ritkán fordulnak elő. Az idősb Herschel már 1782-dik év körül 700-nál több kettőscsillagnak lajstromát közlé, de midőn 20 év mulva kölcsönös távolukat ujlag méregetni kezdé, nem csekély bámulatára vevé észre, hogy némely kettős csillagnál a két csillag kölcsönös fekvése azon idő óta megváltozott volt; ezt tapasztalta ő Kasztornál, a Rák Zétájánál stb. sőt Herkulesz Zétája, mely 1782-ben kettősnek mutatkozott, 1802-ben csak egynek látszék; ebből Herschel azt következteté, hogy sok eset-

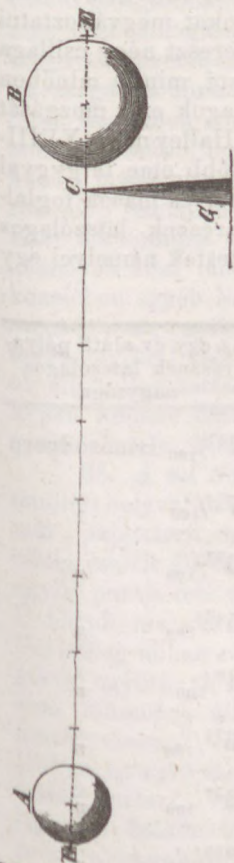
ben a kettős csillagot alkotó égi testek valódilig mozognak, és hogy különösen Herkulesz Zétájában az egyik csillag csak azért nem vala látható, mivel a közötte és a Földközöttelhaladó másik csillag által eltakartatott, mely tűneménycsillag-elfödésnek neveztetik: „e csillaggravonatközo észzeleteim“ így szöl az idösb Herschel- „oly tűneményröl tanuskodnak, mely egészen új a csillagászatban; tudniüllik az állócsillagnak állócsillag általi elfödéséről.“ Herschelnek ezen eredménydús észzeletei után a csillagászat eme szaka némi ideig nem ápoltatott, 1814-ben Struve, a dorpáti csillagda akkori igazgatója, az ismét figyelmére méltatá; 1821-ben utána az ifjabb Herschel és South, s utóbb Bessel, Mädler, Hind és mások is indulának, kiknek lelkes fáradozásai az imitt következő eredményekre vezéreltek: 1) A kettős csillagok közt vannak olyanok, melyeknek két állócsillaga (oly módon, a mint a 17. ábra mutatja, hol a és b a csillagokat, f a Földet ábrázolja) Földünkkel majdnem egyenes vonalba esik, de kölcsönös távolságuk mégis igen nagy; mi azonban, kik, szemünk után ítélve, a messzeeső tárgyakat egyenlő távolságban lenni véljük, eme csillagokat is egymás mellett látjuk: az ily egymástól messze eső csillagok, nagy távolságuk miatt, egymásra észrevehetőleg hatni képtelenek levén, kölcsönös fekvésöket nem változtatják, és *látszólag kettős csillagoknak* neveztetnek. 2) Vannak oly kettős csillagok is, melyeknek két állócsillaga egymáshoz valóban közel esvén, oly kölcsönös hatást gyakorol, melynek következtében valódi helyváltoztatás idéztetik elő; ezeket *valódi kettős csillagoknak* mondjuk, és számukat 600-nál is többre tehetjük. — Hogy a valódi kettős csillagok mozgás-minőségével kellőleg megismerkedjünk, képzeljünk két gömböt, A és B -ét (a 18. ábrában), melyek a DCE hajthatlan rudra akként alkalmazvák, hogy D és E pecek által gátoltatva, a rudtól el ne ugorhassanak; ha már a rud a hegyes CG cövekre akként állittatik, hogy A -nak távolsága, a C támaszpont-

17. Ábra.



tól, annyiszor nagyobb legyen B -nek ugyanebbeli távolánál, a hányszor A -nak tömege kisebb B tömegénél: akkor a C támaszpont a két tömeg *közös súlypontjának* neveztetik; ha már most a rud közös súlypont körül forgásba hozatik, az A és B tömegek, a forgó mozgás szülte középfutó erőnél fogva, azonnal a D és E pontoktól tovaillanni iparkodnak, s a pecek eltávolítása után valóban tova is illannának; az álláspontból kiindult A tömeg, C körül teljesen megfordulván, az előbbi álláspontjába ismét visszatér; ily egyszeri megfordulás *keringésnek* mondatik. Így forognak a közös súlypont körül a kettős csillagot alkotó égi testek is; csak-hogy ezeknél a rud és a pecek a tömegeknek ama kölcsönös vonzereje által pótoltnak, melyet mi nehézségnek mondunk. — Napjainkban már 16 kettős csillagnál határozott meg a *keringésidő*, vagyis azon idő, mely egyegy keringésre szükségeltetik. Legrövidebb keringésidővel bir Zéta a Herkuleszben, hol a biborszínű kísérő a sárga főcsillagot, Mädler szerint, mintegy 31 év alatt kerüli meg, s e pályáját, fölfödözése óta, már kétszer megfutván, az állócsillagnak állócsillag általi elfödését láttatá. Zéta a Rákban hármas csillag, melyben a főcsillaghoz közelebb eső kísérő, Mädler szerint, mintegy 58 év-, s a távolabbi, sejdítőleg 5 vagy 6 száz év alatt végzi be egyegy keringését. Az eddigi tapasztalat szerint leg-hosszabb keringés idővel bir a Koronának Szigma nevű kettős csillaga, hol egy

18. Ábra.



keringésre, Mädler állítása szerint, 603 év szükségeltetik. — Egyébiránt legyen szabad e helyen megtennünk azon észrevételt, hogy, ha a valódi kettős csillagok, melyek az előbb mondtak szerint mindannyi Napoknak tekintendők, a mi Napunk módjára, Földünkhöz hasonló bolygókkal birnak: akkor emezeknek netaláni lakói ama sajátyszerű tüneményben részesülnek, mely szerint két-, sőt a hatos csillagoknál hat Napot látkörük fölé emelkedni szemlélnek; és ha eme Napok azon fölül még különszínűek is, akkor a nappali időszak egyik része talán vörösre, a másik fehérre, a harmadik zöldre vagy egyéb színre van festve, a mint a látkör fölé vörös, fehér, zöld, vagy egyéb színű Nap emelkedik.

32. *Kettős csillagok sötét Napokkal.* — Vannak némely állócsillagok, melyek kettős csillagoknak a legjobb távcsők segítségével sem látszanak, de azért még is a valódi-mozgás tüneményét mutatják. Ezek sorába tartozik: Arkturusz az Őkrészben,

Mi Kasziopéában stb. az előbbi azon ponttól, melyben, Hipparch idejében, tehát mintegy két évezred előtt vala, látszólag harmadfélszer — s az utóbbi negyedfélszer annyira távozott el, mint a mily szélesnek a hold mutatkozik. Sőt, mivel az ekként mozgó csillagoknak ugyan-

azon idő alatt valódilig befutott pályarészei, látszólagos nagyságukra nézve, egymástól elütők, önként következnek, hogy némely csillagképek alakjukat megváltoztatni kénytelenek leendnek : így a déli kereszt négy csillaga valaha az égen más alakot fog képezni, mint a minőben mai napon mutatkozik. — Az állócsillagok eme mozgását Sziriusz-, Arkturusz- és Aldebarannál Halley már a XVIII. század elején vevé észre ; de utóbb eme tárgygyal az idősb Herschel, Bessel, Argelander és mások foglalkozván, meghatározták azon pályarészek látszólagos nagyságát is, melyeket eme világtestek némelyei egy év alatt járnak be ; s ugyancsak :

A csillag neve	hányad nagyságú?	Az egy év alatti pályarésznek látszólagos nagysága
2151, a Hajóban	6 ⁿ	7 ⁸⁷ / ₁₀₀ ívmásodperc
Epszilon, Indiában	—	7 ⁷⁴ / ₁₀₀ "
1830, Groombridge szerint	7 ⁿ	6 ⁹⁷ / ₁₀₀ "
61, a Hattyuban	5 ⁶ / ₁₀ ⁿ	5 ¹² / ₁₀₀ "
Delta Eridában,	4 ⁵ / ₁₀ ⁿ	4 ⁸ / ₁₀₀ "
Mi, Kasziopéában	6 ⁿ	3 ⁷⁴ / ₁₀₀ "
Alfa, Centaurban	1 ⁿ	3 ⁵⁸ / ₁₀₀ "
Alfa, az Ökrészben	1 ⁿ	2 ²⁵ / ₁₀₀ "

Itt leginkább csak azok vannak előszámlálva, melyek egy év alatt legmesszebbre haladnak ; de vannak olyanok is, melyeknek egy év alatt bejárt pályarészei kisebbek az ívmásodperc egy tizedénél. 3 ezer év múlva

mintegy 20 csillag egy foknál is nagyobb távolságban állandó a most elfoglalt helyektől. — A csillagok eme valódi mozgásának okára nézve Bessel, a nagyhirű kö-nigsbergi csillagász ama véleményben van, hogy az ily világtest közelében valami sötét Nap létezik, melynek társaságában amaz a kettős csillagok tűneményét mutatja. Besselnek eme nézete általános helyeslésre talált, annál is inkább, hogy a sötét állócsillagok létét, melyek közé a már említett Tycho-féle ideiglenes csillag is sorolandó, manapon kétségbe vonni már alig lehet. — Ezen alkalommal megemlíthetjük ama kérdést is, mely némelyek által támasztatott, hogy habár a mi Napunk közeleiben egyéb Nap nem látható, nincs-e mégis szomszédságában egyike a sötét Napoknak? Ezen kérdésre tagadólag kell válaszolnunk, mert a Napunk melletti sötét állócsillag hatását, a bolygók mozgásánál, szükségképen kellene észrevennünk, mi azonban mindeddig senkinek sem sikerült.

33. *A mi Napunk haladó mozgása.* — Az eddig említett helyváltoztatásokon kívül az állócsillagoknál még más, sajátzerű mozgás vétetik észre, mely szerint az eddig észlelt állócsillagok igen nagy része az égboltozat egyik pontja felé ugyanazon irányban haladni látszik. E haladó mozgás hihetőleg csak látszólagos, s oka valószínűleg abban rejlik, hogy a mi Napunk, összes bolygóival együtt, ellenkező irányban halad; itt tudniillik ama tűnemény áll elő, melyet a kocsin vagy hajón utazók vesznek észre, s melynek következtében a körülötte nyugvó tárgyak, mint fák, hegyek stb. mintegy felénk tartani, vagy általánosabban szólva, ellenkező irányban haladni látszanak. Ha e nézet való, aminthogy nincsen okunk azt valótlannak tartani, akkor az égboltozat ama pontja, mely felé a világterben haladó Napunk tart, Herschel, Klügel, Argelander és Struve számolásai szerint Herkulesz csillagképébe esik; ugyanoda helyezett Galloway is, ki legujabban, a déli éggömb állócsil-

lagait észlelgetvén, eme pontnak egyenes emelkedését 260 fokra és 1 percre — és éjszaki elhajlását 34 fok- és 23 percre becsüli. Azon utnak nagyságát, melyet a Nap eme mozgás következtében egy év alatt fut be, Struve mintegy 33 millio mérföldre teszi. A Napnak eme haladó mozgása leghelyesebben akkint megfejthető, hogy a különleges mozgáson kívül, melyben az egymáshoz közelebb eső égi testek, a kisebb távolságban túlnyomólag ható vonzerejök miatt, részesülnek, — oly általános mozgás vétetik föl, mely szerint az összes világtestek, a kölcsönös vonzás következtében, egy közös súlypont körül forognak, melyet Mädler a Fiastyukban Alcyone mellett nem ok nélkül keresendőnek vél; azonban igen valószínűtlennek, sőt helytelennek is tartjuk azt, hogy e közös súlypontban roppant állócsillag létezik, mely, némelyeknek kedvenc álmadozása szerint, az összes égi testek mozgását rendezi és szabályozza. — A világtestek imint fejtegetett mozgásai elegendőleg cáfolják a régieknek az égboltozatról táplált nézetét; Homer azt ércből vájt gömbnek tartotta, melyre a csillagok arany szegek gyanánt illesztvék; Anakszimenesz (a 6 dik században Krisztus előtt) az égboltozatot jegőcből készültnek állitá; hasonló véleményben valának mások is, mint: Pythagorasz, Eudokszusz, Aratusz; sőt Arisztotelesz (a 4-dik században Kr. e.) nyolc szilárd és egymásba helyezett vájt gömböt vett föl, melyeknek központjai, szerinte, a Föld központjával estek össze. Azonban e férfiaknak valaha talán nem észszerűtlen nézete, pártolókra aligha fog akadni miközöttünk, kik a távcsők segélyével az állócsillagok mozgását ismerni tanultak s kik igen is jól tudjuk, hogy a különféle távolokban fekvő és roppant kiterjedtségű világtestek szilárd anyagból alkotott világtérben nem mozoghatnának.

II.

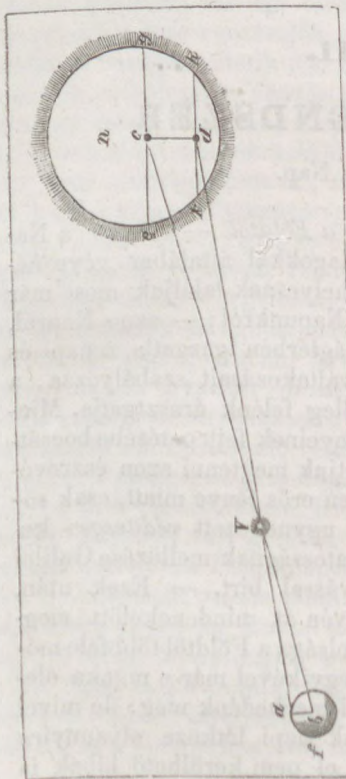
A NAPRENDSZER.

A) A Nap.

34. *A Nap távolsága a Földtől.* — Miután a Napok millióival, az állócsillagokkal általában véve némileg megismerkedtünk, helyesnek találjuk most már részletesebben szólni a mi Napunkról; — azon Napról, mely Földünk járását a világtérben igazgatja, a nap- és évszakok jótévéleg ható váltakozásait szabályozza, a fény- és hősugarakat éltetőleg felénk árasztgatja. Mielőtt azonban a Nap tüneményeinek fejtegetésébe bocsátkoznánk, szükségesnek tartjuk megtenni azon észrevételt mely szerint a Nap, igen erős fénye miatt, csak sötétszinü üvegen vagyis az ugynevezett *védüvegen* keresztül észlelendő; mely óvatosságnak mellőzése Galilei megvakulására nagy befolyással birt. — Ezek után, már a kitüzött tárgyra menvén át, mindenekelőtt megemlíthetjük, hogy a Nap távolsága a Földtől többféle módon meghatározható; ezek egyikével már e munka elején, a látköz tárgyalásánál, ismerkedénk meg; de mivel az igen messze eső Napnak napi látköze olyannyira kicsi, hogy az észleleteknél el nem kerülhető hibák is elég nagy tévedésekre vezérelhetnek, más módokról kellett gondoskodni, melyek segélyével a Nap távolságát szabatosabban meghatározhatóvá válják, s melyek között

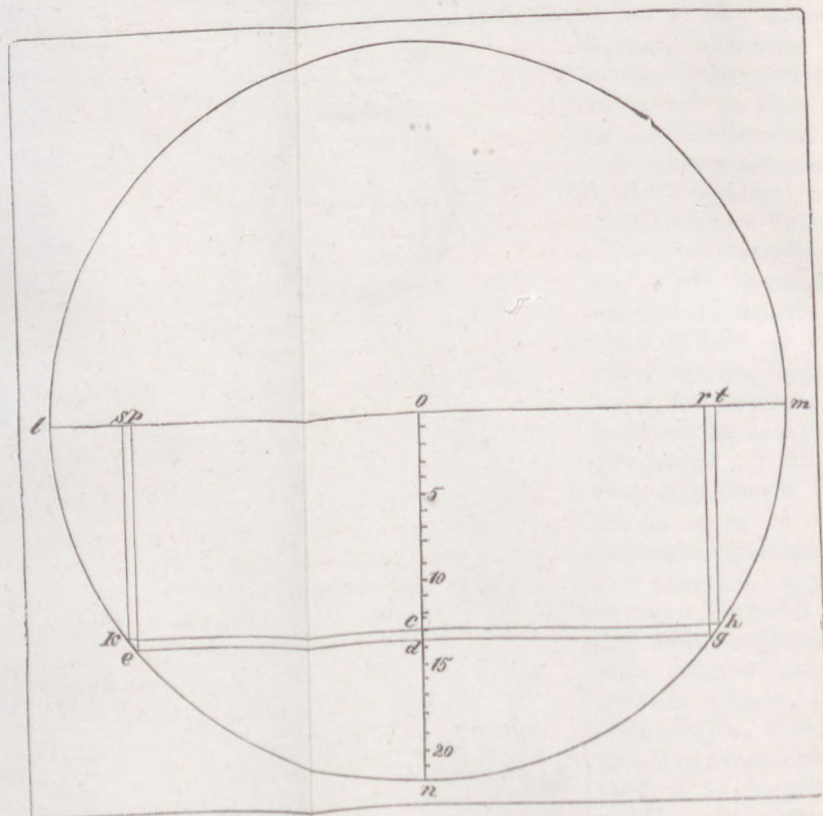
legalkalmasabb az imitt következő. Alább fogjuk látni, hogy valamint Földünk; szintugy forog Venusz bolygó is a Nap körül; de Venusz közelebb esvén a Naphoz, emez és a föld között olykor elhaladni kénytelen, mi közben, átlátszatlansága miatt sötét pont gyanánt mutatkozik, melyet távcsők segítségével a Nap korongján

19. Ábra.

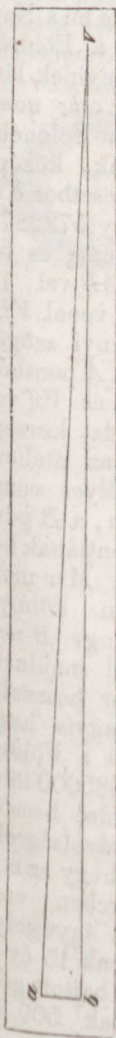


egyenes vonalban végig haladni látunk; e tünemény Venusznak (a Nap előtti) átvonulása név alatt ismeretes. Ezen alkalommal, ha ab (a 19 ábrában) a Föld félátmérőjét, v Venuszt és n a Napot ábrázolja, az ab -ban észlelő az imint említett sötét pontot kh — s a b -ben észlelő eg vonalon végig huzódni látja. Már most a Nap távolának meghatározására csak azt kell tudni hogy 1.) mily nagy szög alatt látszik Venuszből az eg és kh vonalak kölcsönös távolsága, vagyis a cd vonal; 2.) ugyanazon cd vonal hányadik része a Nap félátmérőjének. — Az első tudnivalónak kipuhatolása végett, Földünk félátmérőjét ábrázoló ab (20. ábra) vonalnak b pontjából a bv függélyes huzandó, mely, mintegy 6654-szer oly nagy lévén mint

ab , Venusznak ily alkalomkori távolát a mi Földünkől ábrázolja; ha már most a pont v ponttal, av egyenes

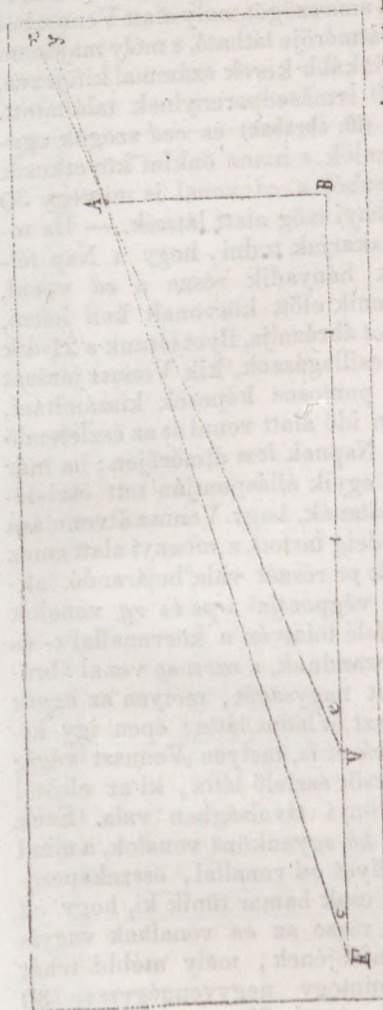


20. Ábra.



vonallal segélyével, összekapcsoltatik: akkor *avb* mutatja ama szögöt, mely alatt Venuszból Földünk félátmérője látható, s mely majdnem 31-, vagyis inkább kerek számmal kifejezve, mintegy 30 ívmásodpercnyninek találtatott. Ugyde *avb* (19. ábrában) és *cvd* szögek egymással egyenlők, s innen önkint következik hogy Venuszból a *cd* vonal is mintegy 30 ívmásodpercnyni szög alatt látszik. — Ha továbbá meg akarjuk tudni, hogy a Nap félátmérőjének hányadik része a *cd* vonal, akkor mindenik előtt körvonalt kell leírni, mely a Napot ábrázolja, ilyet látunk a 21-dik ábrában. A csillagászok, kik Venusz járását jól ismerik, pontosan képesek kiszámítani, hogy mennyi idő alatt vonul át az észlelendő sötét pont a Napnak *lom* átmérőjén; ha már most a Föld egyik álláspontján tett észleletek azt tanúsítanak, hogy Venusz átvonulása csak annyi ideig tartott, a mennyi alatt emez az átmérőnek *pr* részét vala bejárando, akkor *pr* vonal végpontjai a *pe* és *rg* vonalok mentében lefelé tolatván a körvonallal *e*- és *g*-ben találkozandnak, s ezen *eg* vonal ábrázolja azon ut nagyságát, melyen az egyik észlelő Venuszt haladni látta; épen így kimutatható a *kh* ut is, melyen Venuszt végig huzódni a másik észlelő látta, ki az elsőtől fél földátmérőnyi távolságban vala. Ezek után az *eg* és *kh* egyenközi vonalak, a mind kettőre függélyes *cd* vonallal, összekapcsolandók; mire csak hamar tűnik ki, hogy *cd* mintegy $\frac{1}{22}$ része az *on* vonalnak vagyis a Nap félátmérőjének, mely utóbbi tehát Venuszban mintegy negyvennégyyszer 30 másodpercnyni-, vagyis 22 percnyni (sajátké-

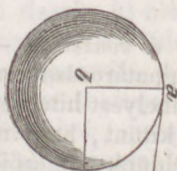
22. Ábra.



pen $22' 4''$ szög alatt mutatkozik de mi a Nap félátmérőjét a Földről csak 16 percnének látjuk. Legyen már most F (22. ábra) a Földnek, V Venusznak közép-pontja, mely esetben FV vonal mintegy 5722874 mérföldet jelent; és ha Fy vonal AB -vel 16 percnyi Vx vonal VB -vel 22 percnyi szögöt alkot, akkor A pontból, melyben Fy és Vx vonalak egymást keresztlülmetszik, az átelleni FB -re függélyes vonal AB huzatván, a B pont a Nap központjának helyét mutatja. Már most mérés után könnyű meglátni, hogy B -nek távolsága F -től majdnem 3 és $\frac{2}{3}$ -szor hosszabb mint FV , vagyis hogy a Nap távolsága a Földtől mintegy 20685000 földrajzi mérföldre becsülhető; mely távolság oly igen nagy, hogy az egy időmásodpercben ezer lábra haladó ágyúgolyó mi tőlünk csak 15 év — s a sebesen hajtott gőzmozdony csak 500 év

mulva érkeznek a Napba: a fény azonban (Struve számolása szerint) e roppant utat 8 időperc és $17\frac{78}{100}$ másodperc alatt futja be. Ily távolságban a Föld-

23. Ábra.



nek félátmérője ab (23 ábra) a Napnak n pontjából észlelve, 8 és $\frac{3}{5}$ másodpercenyi szög alatt látszik; vagyis inkább a Föld-félátmérőnek a és b végpontjai, a Napnak oly n pontjával, mely a pontnak látkörében vesztegel, an és bn vonalok által összekapcsolatván, anb 8 és $\frac{3}{5}$ másodpercenyi szögöt alkotnak; e szög a Nap *látköri látközének* mondatik, s mindenkor nagyobb ama napi látköznél, mely alatt a látkör fölött veszteglő Nap a Föld félátmérőjének végpontjaiból látszanék. — Egyébiránt a mit mi itt rajz utján tudtunk meg, ugyanaz számolással is meghatározható; s a csillagászok ez utóbbi módot mint sokkal biztosabban célra vezetőt használni szokták; mert hogy a rajz gyakran nagy tévedésekre vezet, és sok esetben nem is használható, azt látjuk részint a 22. ábrában, a hol AB vonal vastagsága, bármily csekélynek látszik, még is több ezer mérföldet ábrázol; részint a 20-dik ábrában, hol a bv vonal csak 24-szer akkora mint ab , pedig a mondottak szerint 6654-szer akkorának vagyis mintegy 92 ölnyinek lenni kellene; de a 22-dik ábrában, az AFB szög 16-és AVB 22 foknyinak van véve, mert a 16 percenyi szög alig volna kivethető. — Venusznak utolsó átvonulása június 3-dikán 1769-dik évben volt

szemléltethető; az akkori észleletek helyei valának Kajaburg (Finnországban) és O-Taiti (a déli tengeren). A legközelebbi átvonulások leendnek: december 8-kán 1874-ben, december 6-kán 1882-ben, június 7-kén 2004-ben, június 5-kén 2012-dik évben.

35. *A Nap kiterjedtsége, tömege és vonzereje.* — A Nap-átmérő valódi nagyságának meghatározása nem járhatott többé semmi nehézséggel, mihelyest hitelt érdemlő észleletek és számolások útján kitűnt, hogy mi az oly vonalt, mely hosszára nézve Földünk átmérőjével érne föl, a napban 17 és $\frac{1}{5}$ másodpercenyi szög alatt látnók, mely majdnem 112-szer kisebb a Nap-átmérő látszólagos nagyságánál. Innen látjuk tehát, hogy a Nap átmérője majdnem 112-szer akkora mint a Földé, vagyis hogy hossza 192617 földrajzi mérföldre becsültetik: a honnan már könnyű kiszámítani, hogy fölülete 116556 millio négyzetes mérföldet- és térfogata 3742 billio köbmérföldet tartalmaz, mely utóbbi majdnem másfél milliószor (sajátképen csak mintegy 1407300-szor) akkora mint a mi Földünk. Azonban a Nap tömörsége majdnem 4-szer csekélyebb levén, csak 354639-szer annyi tömeget tartalmaz, mint a Földünk; Galle szerint a Nap 600-szor akkora térfogattal- és 738-szor annyi tömeggel bír mint a naprendszer összes bolygói együttvéve. A Napnak eme roppant tömege a fölületén levő testeket a központ felé oly erővel vonzza, hogy mi, kik a földön egy mázsásak vagyunk, a Napban 28 mázsát és 36 fontot nyomnánk; a kö, mely a kézből kieresztetvén nálunk az első időmásodpercbe 15 és $\frac{1}{10}$ párisi lábra haladna, a Nap fölületén, szinte az első időmásodpercbe, 428 és $\frac{1}{4}$ lábat futna be.

36. *A napfoltok.* — A Nap fényes korongjában távcsők segélyével sajátyszerű foltok láthatók, melyek sötétszínűeknek mutatkoznak, de széleiken félárnyékszerű sujtányokkal körülkerítvék; e foltok *sötét foltoknak*, vagy egyszerűen *napfoltoknak*, s különösen a söté-

tétebb rész *magnak-*, a széleken levő sujtányok *félárnyék*nak neveztetnek; egyébiránt ugyanazon félárnyékban rendesen több mag rejlik. A napfoltokat Fabricius János fűdöze föl 1611-dik évben; színeik a védüvegen át tisztán ki nem vehetők, de Busolt, a Napnak távcső segélyével előidézett képét fehér lemezzel fogván föl, azt tapasztalá, hogy a mag sötétibolya — s a félárnyék gyönyörű sárga színben mutatkozott. A sötét napfoltok közelében, igen gyakran, a napkorong egyéb részeinél jóval világosabb helyek láthatók, melyek *világos napfoltoknak* vagy *napfáklyáknak* is neveztetnek. — A napfoltok szabálytalan alakúak, s alakjukat gyakran változtatják; kiterjedésük igen különböző, s voltak már oly sötét napfoltok is, melyeknek átmérője 10 ezer mérföldnél nagyobbnak találtatott. Egyébiránt a napfoltok mulékonyak, némelyek elenyésznek, mások meg keletkeznek, némi idő múlva szinte elveszendők; némely évben kevés, másban meg sok napfolt látható, mi azonban, a köz tapasztalat szerint, sem Földünk hőmérsékére, sem növényeinek fejlődésére észrevehető befolyással nem bír; gyéren mutatkoztak a napfoltok:

1833. és 1834-dik évben,

1843. és 1844. " "

1853. és 1854. " "

Az egész év mindegyik napján voltak napfoltok láthatók:

1828. és 1829-dik évben,

1838. és 1839. " "

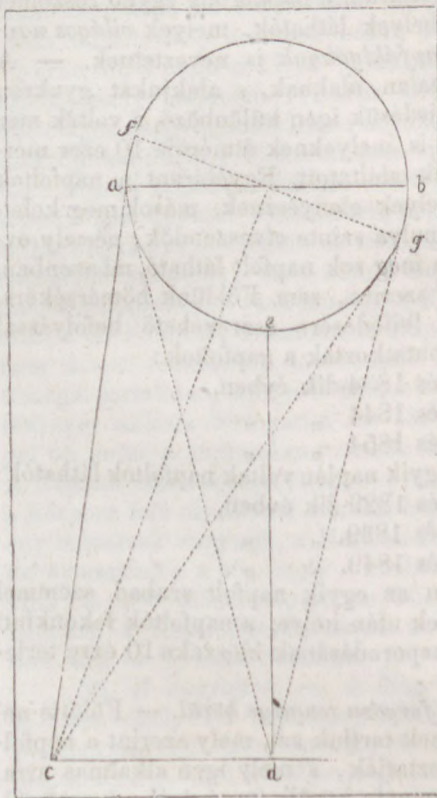
1848. és 1849. " "

Sőt 1828-ban az egyik napfolt szabad szemmel is volt látható; ezek után ítélve, a napfoltok fokonzint gyérülésének és szaporodásának időszaka 10 évre terjedőnek látszik.

37. *A Nap forgása tengelye körül.* — Fölötte nevezetes tüneménynek tartjuk azt, mely szerint a napfoltok helyöket változtatják, s mely igen alkalmas arra, hogy a Napnak tengely körüli forgásáról meggyőződ-

hessünk. Ugyanis a napfoltok általában, de főleg azok, melyek hosszabb ideig sem alakjukat, sem kölcsönös távolságukat valódiilag nem változtatják, a Nap keleti széléről a nyugati felé majdnem két hétig folytonosan haladván, elvégre eltűnedeznek, de mintegy ugyanannyi idő múlva a keleti oldalon újlag jelennek meg, ebbeli mozgásukat végenyészetökig folytatandók. Innen már

24. Ábra.

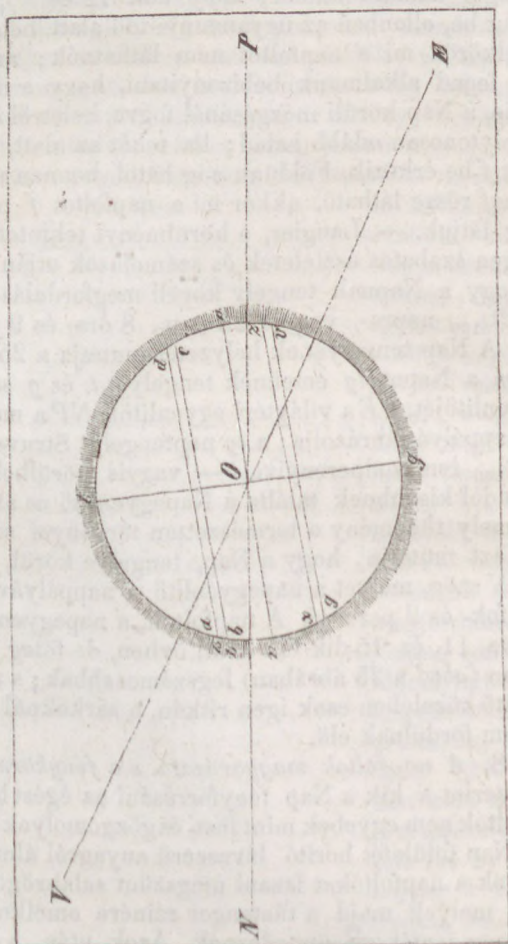


azt kell következtetnünk, hogy a Nap a benne mutatkozó foltokkal együtt tengelye körül keletről nyugat felé forogván, teljes megfordulásra majdnem 4 hetet (sajátképen 27 és $\frac{3}{10}$ napot) igényel; ámde ezen idő valamivel hosszabb az egy megfordulásra valódiilag szükséges időnél, minek okát hogy kellőleg megérthessük, legyen *bgeaf* (24. ábrában) ama kör, melyet az észlelt napfolt fut be, és *d* legyen a mi Földünk; ha már a Föld *d*-ben mozdulatlanul állna, akkor mi a napfoltot a *bea* félkör-

rön végig haladni látnók, mely utat 12 és $\frac{67}{100}$ nap alatt fut be, ellenben az ugyanannyi idő alatt bejárando afb félkörön mi a napfoltot nem láthatnók; azonban utóbb leend alkalmunk bebizonyítani, hogy a mi Földünk is, a Nap körüli mozgásánál fogva, keletről nyugat felé folytonosan odább halad; ha tehát az alatt, míg a napfolt f -be érkezik, Földünk c -ig hatol, honnan a Napnak $geaf$ része látható, akkor mi a napfoltot f pontnál is még látjuk. — Laugier, e körülményt tekintetbe vévén, igen szabatos észleletek és számolások útján kimutató, hogy a Napnak tengely körüli megfordulás-ideje 25 és $\frac{34}{100}$ napra-, vagyis 25 nap-, 8 óra- és 9 percre terjed. A Nap tengelyének helyzetét mutatja a 25 . ábra, hol $tegn$ a Napot, tg emennek tengelyét t és g sarkait, ne egyenlítőjét, VE a világtéri egyenlítőt, NP a már említett nappályát ábrázolja; a tg naptengelyt Struve mintegy $\frac{46}{100}$ ívmásodperccel — vagyis körülbelül 46 mérfölddel kisebbnek találta a Napegyenlítő ne átmérőjénél, mely tünemény a természettan törvényei szerint, szinte azt mutatja, hogy a Nap, tengelye körül, forog. Az nON szög, melyet a napegyenlítő a nappályával képez, 7 fok- és 9 perccy. A napfoltok, a napegyenlítőől számítva, 11 . és 15 -dik fok közti övben, de főleg az éjszakiban ($abcd$ a 25 ábrában) legszámosabbak; s a napegyenlítő közelében csak igen ritkán, a sarkoknál pedig soha sem fordulnak elő.

38. *A napfoltok magyarázata s a fénykörny.* — Azok szerint a kik a Nap fényforrásául az égést hitték, a napfoltok nem egyebek mint füst- és gőzgomolyok; de a kik a Nap fölületét borító lávaszerű anyagról álmodoztak, azok a napfoltokat izzani megszünt salakrögöknek tarták, melyek majd a tüztenger színére emelkednek, majd meg ismét alásüppedeznek. Azok után, a miket az állócsillagok fényforrására vonatkozólag a 24 . szám alatt említünk, fölöslegesnek tartjuk e kétféle nézet czáfolatába bocsátkozni. — Scheiner, Tarde és Maupertuis

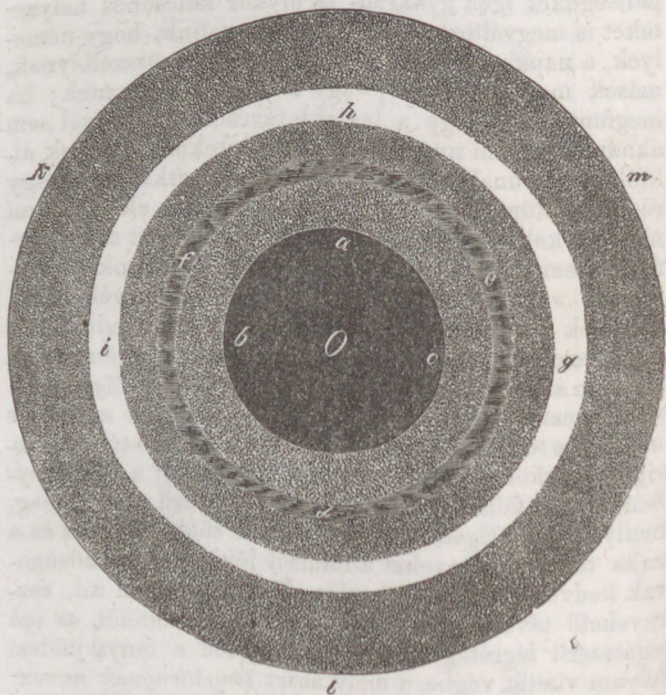
25. Ábra.



(a 17-dik század első felében) a napfoltokat, ismeretlen bolygóknak Nap előtti átvonulásából, magyarázgaták; de ha megfontoljuk, hogy a napfoltok alakjukat, kiter-

jedtségüket igen gyakran- és olykor kölcsönös helyzeteket is megváltoztatják; ha megfontoljuk, hogy némelyek, a napkorong közepében is, mintegy összefolynak, mások meg szétválnak, vagy teljesen elenyésznek; ha megfontoljuk, hogy a legjobb távcsők segélyével sem akadunk semmi nyomára oly égi testeknek, melyek állítólagos átvonalásukkor a Napnak nem ritkán igen nagy részét elöttünk elfogni képesek volnának: akkor vajmi nagyon kell vonakodnunk az előbb említett tudós férfiak véleményéhez csatlakozni. — A napfoltok természetére vonatkozólag legvalószínűbb ama vélemény, melynek alapítójául az idősb Herschel tekintendő. Ezen nézet szerint a Nap sötét tömeg, s ezt vájtgömbszerű alakban átlátszó légréteg körveszi, mely a Nap *légkörnyé-*nek nevezetik, s melynek magassága sok ezer meg ezer mérföldre terjed. A 26 ábrában a sötét tömeg *o*-tól *abc* körrig s a légkörny ettől kezdve *klm*-ig terjed; a légkörnyben, a mi fölhőink módjára, *def* ködszerű réteg lebeg, melly *föllegrétegnek* mondatik, s a sötét tömeget és a rajta talán élő lényeket a fölülről jövő fény- és hősugarak kedvezőtlenül erős hatása ellen védi; azon túl, észrevehető távolságban a sötét tömeg fölületétől, az *igh* sajátos légréteg vesztegél, melyben a fényfejlődési folyam vitetik végbe, s mely azért *fénykörnynek* nevezetik. Ha már a fénykörny és föllegréteg valahol bármily oknál fogva meghasad, keletkeznek a napfoltok; a sötét tömegnek *ab* (27. ábra) része, melyet *O*-ból látunk, képezi a magot, a föllegrétegnek *cd* és *ef* része adja a félárnyékokat, s a fénykörnybeli anyagnak torladéka *g* a napfáklyákat tünteti elő. Az imint egyszerűen elmondott, fölötte elmés véleményt mi az itt következő védokokkal támogatjuk: 1) a távcsők segélyével meggyőződhetünk arról, hogy a légneműnek bebizonyult fénykörny fölülete, folytonos hullámzásban levén, oly roppant mérvű mozgást tanúsít, melyhez képest a Földet körvesző levegőnek szélrohamai végkép eltörpül-

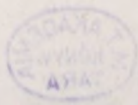
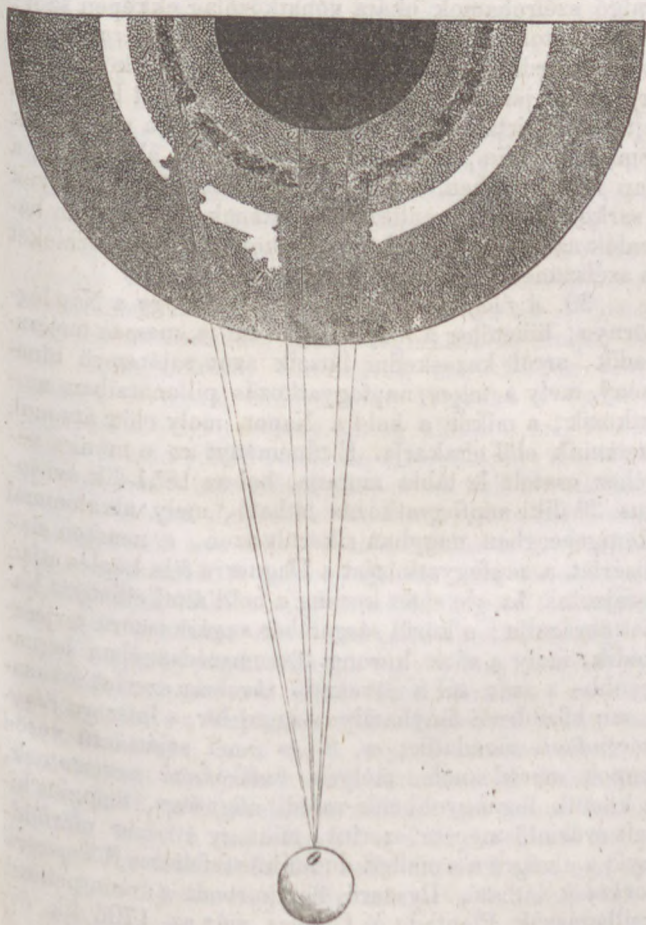
26. Ábra.



nek; nem csoda tehát, hogy a fénykörny, e dühöngő viharok következtében, itt meg ott szétbomladozik, és hogy mozgását a Nap légkörnyével s ennek után a föllegréteggel is közölvén, ez utóbbit is szerteszakadozni kényszeríti. 2). A napfoltok a Nap sötét tömege felé mélyedő üregeknek mutatkoznak olyannyira, hogy a fénykörny távolát a sötét tömeg fölületétől nem minden alap nélkül mintegy 3- vagy 5 száz mérföldre becsülhetjük. 3). Ha e vélemény való, akkor kell, hogy a nyugat felé haladó napfoltoknak keletre eső félárnyéka mindennek előtt láthatlanná válják, a mint azt a 27. ábrában látjuk,

hol a keleti félárnyék *K*, *O*-ból már nem látható, de a nyugati oldalra eső *ih* még akkor is szemlélhető: mivel pedig az észlelők ily tűnemény előfordultáról a tapasza-

27. Ábra.



lat utján már igen gyakran győződtek meg, nagyon észszerűnek tartjuk, a Herschel által megalapított nézetet késedelem nélkül fölkarolni. — Elvégre el nem mulaszt-hatjuk e helyen fölhozni Humboldt szavait, ki a Napban uralgó szélrohamok okára vonatkozólag ekképen szól: „A napfoltok helyezkedése a Nap korongján-, azoknak gyér előfordulása az egyenlítő és sarktájak körül — s egyenközü járása a napegyenlítővel Herschel Ivánt ama sejtelemre birták, mely szerint, a legkülsőbb napboríték némely helyein, a hő elillanását gátoló akadályok, a Nap légkörnyében, oly rohamokat idéznek elő, melyek a sarkoktól az egyenlítő felé tartanak, és nagyban hasonlók azokhoz, melyek Földünkön a pásztás szeleket és szélszüneteket hozzák létre.“

39. *A fénykorona és dudorok.* — Hogy a Nap légkörnye, hihetőleg a fénykörnyen túl is, messze terjeszkedik, arról kezeskedni látszik azon sajátyszerű tünet-mény, mely a teljes napfogyatkozás pillanataiban mutatkozik, a mikor a hold a Napot, mely előtt átvonul, szemeink elől eltakarja. E tünetményt az e munka végéhez csatolt I. tábla mutatja, hol az 1851-dik évi július 28 diki napfogyatkozás látható, mely alkalommal Königsbergben nagyban sikerült azon, e nemben első kísérlet, a napfogyatkozást a Daguerre-féle képlés utján lerajzolni. Az *abc* sötét korong a hold által elfödött Napot ábrázolja; e körül sárgafehér sugárkoszoru terjeszkedik, mely a sötét korong tözsomszédságában legnagyobb- s azon túl a növekedő távolság szerint fokoza-tosan kisebbedő fényhatályossággal bir, e koszoru *fénykoronának* mondatik; *a*-, *b*- és *c*-nél sajátyszerű vörös kúpok meredeznek, melyek *dudoroknak* neveztetnek, a köztük legnagyobbak valódi nagysága, Schmidt hí-telt érdemlő mérése szerint, mintegy 10 ezer mérföld-nyi; s elvégre a *c* melleti dudor körül fehéres *föllegyszerű torladék* látható. Hlyszerű fénykoronát a montpellier-i csillagászok, Plantade és Clapies, már az 1706 dik év



ben láttak; 1715-ben Louville-, 1778-ban Ulloa ilyet szinte észlele; 1842-ben július 8-dikán az előbb kevés figyelemre méltatott dudorok is a csillagászok tudvágyát nagyban fölingerlék, a minek következménye lőn, hogy ezekre 1851-ben igen nagy gond fordított. 1858-ban szeptember 7-én Liais, párisi csillagász, a napfogyatkozást Parana-guában (Brasziliában) észlelvén azt tapasztalá, hogy a fénykorona napátmérőnyi vastagsággal s a legnagyobb dudor 8 ezer mérföldnyi magassággal bírt; azonban az ekkor látott dudorok többnyire fehér színben mutatkoztak, s csak néhány közülök gyengén rózsaszínű vala; Mädler, Goldschmidt és mások, kik a napfogyatkozást július 18-kán 1860-dik évben Spanyolországban Viktoria városában észlelék, a dudorokat rózsaszínűeknek látták. Hogy a fénykorona és dudorok a Naphoz tartozandók, kitűnt leginkább az utolján említett napfogyatkozás alkalmával, mert Mädler állítása szerint, d'Arrest, Goldschmidt, Winecke a dudorokat ugyanama helyen néhány percig akkor is még látták, a mikor a hold odább vonulván a Napnak egy részét ismét láttatá; innen már szükségképen azt kell következtetni, hogy a holdtól elmaradozó dudorok sem a holdhoz nem tartozhatnak, sem a hold szélén előidézett fényhajlásból nem eredhetnek. A napfogyatkozás eme tünetényeit a csillagászok akkint magyarázzák, hogy a fénykörnyen túl igen sok ezer mérföldre terjeszkedő Nap-légkörny vagy maga gyengén világít, vagy a fénykörnytől nyert sugarakat visszaverés útján felénk árasztja; azonban e gyenge fény, a fénykörny erős világossága miatt, észrevehetlen levén, csak teljes napfogyatkozás alkalmával fénykorona alakjában válik láthatóvá. A dudorokat és föllegyszerű torladékokat a csillagászok onnan származtatják, hogy a napfoltoknál a föllegrétegbeli anyag a fénykörny fölé emelkedik, mely állításra alkalmat nyújtott ama körülmény, mely szerint a dudorok csak oly

helyeken keletkeznek, hol a napfogyatkozás előtt napfoltok mutatkoztak. A föllegszerű torladékokat Goldschmidt, július 18-dikán, 1860-dik évben, kevéssel a Nap teljes elsötétedésének beállta előtt is látta, s belőlök, nézete szerint, a dudorok keletkeztek.

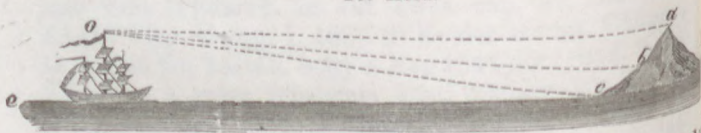
40. *A Nap fényhatályosságának változékonysága.*— Voltak és vannak is oly tudós férfiak, kik jónak tartották támasztani azon érdekes és nagy jelentőségű kérdést, hogy valjon a mi Napunk nem mutatott e soha oly tüneteményeket, a minőket a változékonny állócsillagokon vehetni észre, melyeknek fényhatályosságát majd tetelesen növekedni, majd meg ismét kisebbedni látjuk?— E kérdésre válaszolni a történelem föladatai közé tartozik. Humboldt Sándor (Koszmosz III. köt. 413. l.) tizenhét eseményt számlál elő, melyek a Napnak sajátyszerű elhomályosodásáról tanuskodnak, s melyek közül az itt következő kettő köti le leginkább figyelmünket: 1) 45-dik évben Krisztus előtt, Juliusz Cézár megöletése után, a Nap teljes évig halavány és kevesebbé melegítő, — s ennél fogva a lég sűrű, hideg és homályos — s a termés rosz vala (Plutarch. in Jul. Caes. cap. 87, Dio Cass. XLIV. Virg. Georg. I. 466). 2) Kepler szerint, Gemma, az apa és fiú, beszéli, hogy a Nap 1547-dik évben, 5-dik Károly s a szász fejedelem közti ütközet előtt, három napig mintegy vérbe borítotttnak látszott olyannyira, hogy a csillagok legnagyobb része délben is vala látható. — Ezen és efféle tüneteményeknek Humboldt szerint, háromféle oka lehet, tudniillik: vagy a Napnak fényfejlődési folyama gyöngülhet; vagy a Nap fénykörnyét borító légréteg, a benne talán keletkező föllegek vagy egyéb okok miatt, kevesebbé átlátszóvá válik; vagy elvégre a mi levegőnk, idegenszerű anyaggal, például homokkal, összekeveredvén, elhomályosodhatik; de ez utolsó esetben, reánk nézve a csillagok is láthatlanokká válnak. Nem akarjuk meghatározni, de meg sem határozhatjuk azt, hogy e három oknak melyike és mily

mérvben volt befolyással a Napnak előbb említett elhomályosodásaira; azt azonban kiki beláthatja, hogy, ha valaha a minket éltető napfény, a változékony állócsillagok módja szerint, tetemesen és hosszabb időre megfogyatkoznék, akkor a mi Földünk roppant és borzasztó változatoknak színhelyévé válnék.

B) A Föld.

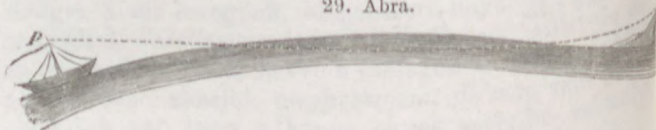
41. *A Föld alakja.* — A Földön létező tengerek felszínei s a messze terjedő rónaságok egyenes területeknek mutatkoznak; vannak azonban oly tünemények, melyek cáfolhatlanul tanúsítják, hogy szemeinknek e pontban hinni nem tanácsos mert a mi Földünk, alakjáról vonatkozólag, a gömbhöz nagyban hasonlít; ezen állítás valóságáról kezeskednek elegendőleg az imitt következők: 1). Ha a tenger felszíne egyenes volna, akkor rajta utazó a vízből meredező hegyet, az első megpillantás percében, egész terjedelmében látná, a mint azt a 28. ábra mutatja, hol *o* az utas szemét, *cabd* a hegyet.

28. Ábra.



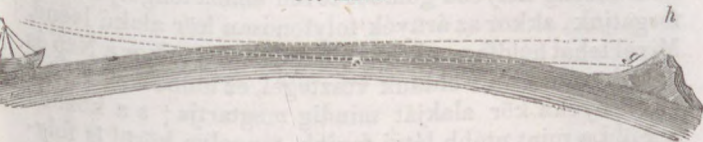
ecd az egyenes területet ábrázolja; de ha a tenger felszíne gömbszerű görbülettel bír, akkor az utas mindenek előtt csak a hegy csúcsát pillantja meg, de utóbb feljebb közeledvén oldalait s elvégre lábát is látja meg; így *p*-ből (29. ábra).

29. Ábra.

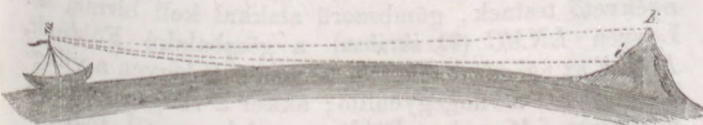


a hegy még nem látható, mert a víz a szem elől a csúcs-tól érkezendő *fp* sugarakat is fogja el; *r*-ből (30. ábra) a hegy csúcsa *h* már látszik, *s*-ből (31. ábra) a hegy közepe *i* is; *s* elvégre *t*-ből (32. ábra) a hegy lába *m* és az egész hegy látható. Ily tűneményt rónaságokban a templomok tornyai is mutatnak. 2). Voltak tengeri utazók, kik Földünk valamely pontjából kiindulván s folytonosan ugyanazon irányban például keletről nyugat felé haladván, némi idő

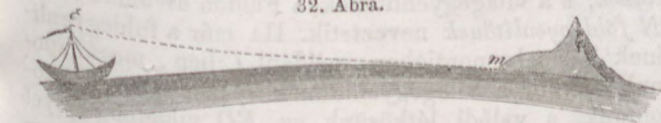
30. Ábra.



31. Ábra.

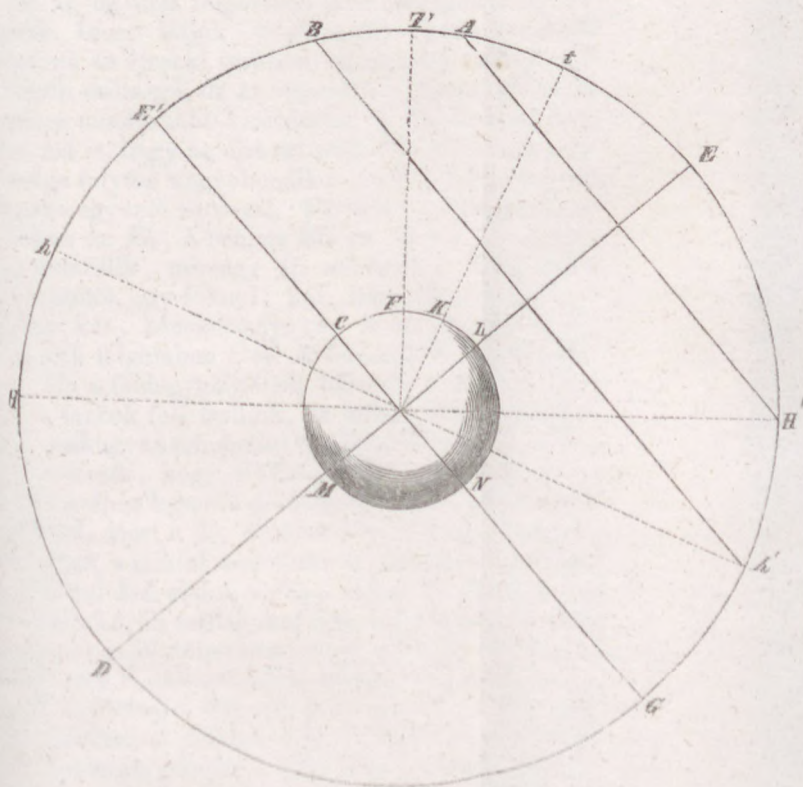


32. Ábra.



mulva ugyanazon helyre, honnan hajójuk kiindult vala, visszatértek: a miből önkint következik, hogy a tenger felszíne önmagába visszatérő görbülettel bír. Ily utazást kísérlett meg először Magelhaens Ferdinand 1519-dik évben, s azóta már több utánzója találkozott, kik a Földet, különféle irányokban, körülhajókázták; sőt voltak olyanok is, kik a déli és északi sark felé annyira hatoltak, a mennyire csak a sarktenger jégtorlaszai engedék. Eme világhajókázók közmegegyezéssel azt állítják, hogy utjokban a nyugalomban levő tenger felszíne min-

denütt és mindig ugyanazon alakban mutatkozott; mi az önmagába visszatérő görbe fölületnél csak akkint lehetséges, ha emennek görbülete megközelítőleg mindenütt egyenlő; mely sajátság csak a gömbfölületen fordul elő. 3). Ha átlátszatlan korong, — égő gyertya és fehér fal közé állíttatván — tengely gyanánt tekintendő át-mérője körül forgattatik; akkor a korong a falra majd kör-, majd tojás-, majd pálca alakú árnyékot vet: de ha a korong helyébe gömböt tévén emezt tengelye körül forgatjuk, akkor az árnyék folytonosan kör alakú leend. Mivel tehát holdfogyatkozás alkalmával, a mikor a Nap és hold között a mi Földünk vesztegel, ez utóbbinak holdra eső árnyéka kör alakját mindig megtartja; s a közben a Föld, a mint utóbb látni fogjuk, tengelye körül is folyton forog: önkint következik, hogy a Földnek, mint árnyékvető testnek, gömbszerű alakkal kell birnia. 4). Legyen $LNMC$ (33. ábrában) a gömbalakú Földnek, $ÉGDE$ az égi gömbnek átmetszete; $ÉD$ legyen a világtengely, EG a világegyenlítő; akkor a világtengelynek ama része LM , mely a Földön vonul keresztül, *földtengelynek*, s a világegyenlítőnek a Földön átvonuló része CN *földegyenlítőnek* neveztetik. Ha már a földegyenlítőnek bármely pontjában, például C -ben, megállapodunk; akkor a világegyenlítőnek E pontja a mi tetőpontunk, s valódi látkörünk az ED világtengellyel esik össze, mely esetben minden csillag, látszólagos napi mozgásának következtében 12 csillagóraig látkörünk fölött- és ugyanaddig látkörünk alatt vesztegel; C pontból tehát sark körüli csillagok nem láthatók. De ha C pontból éjszak felé haladván F -be jutunk, hol T a tetőpont és HH' a látkör, akkor az A -ban levő csillag mind felső, mind alsó delelésekor, tudniillik A és H pontokban, látható; e csillag tehát már sark körülinek tekintendő, és olyanok azon csillagok is, melyek az égi gömb $AtEH'$ területén elszórvák; de meg a HD -ben levő csillagok, HH' látkörünk alatt folyton veszte-



gelvén, soha sem láthatók. K pontnak tetőpontja t -be, látkörre hh' -ba esik; itt tehát $BtÉh'$ -ban még több sark körüli csillagot látunk, de a hHD -ben levőket nem látjuk. L pontban, hol az éjszaki sark $É$ a tetőpont s az egyenlítő EG a látkör, minden csillag sark körüli csillag, de az ég déli félgömbén levő csillagok soha sem látszanak. Innen látjuk, hogy minél inkább közeledik tetőpontunk az éjszaki sarkhoz, annál több csillag válik sark körüli csillaggá, de az egyenlítő alatt látható csillagok száma mindinkább kisebbedik. A 33. ábrából megláthatni azt is, hogy az éjszaki sark felé haladónak sarkmagassága folyton nagyobbodik; a C -ben állónak sarkmagassága egyenlő zerussal, F -ben a sarkmagasság $= ÉH$, K -ban $= Éh'$, L -ben $= EG = 90$ fok; a sarkmagasság tudniillik, mintegy 15 mérföldnyi távolságban az egyenlítőtől, egy foknyi; két-, háromszor akkora távolságban két-, háromfoknyi stb. A mondottakhoz hasonlót a déli félgömben C -től M felé haladó is tapasztalhat. — Ha a föld egyenlítőnek bármely pontjából kiindulván a sarkok felé tartunk, az imint említett tüneményekkel csakugyan mindenütt találkozandunk; miből önként következik, hogy Földünk fölülete mindenütt a gömb fölületéhez hasonló görbülettel bír. — Nem szükséges említeni, mert a 33. ábrából kiki láthatja, hogy, ha a mi Földünk, a mikint szemeinknek mutatkozik, valóban lapos, például ML alakú, volna; akkor mi M -től L felé tartván, sark körüli csillagokat nem láthatnánk, de sarkmagasságunk is folytonosan zerussal egyenlő volna, mert az éjszaki sark $É$, látkörünkéből, soha ki nem emelkednék.

42. *A földrajzi szélesség és hosszúság.* — Minthogy a Föld gömbszerű alakkal bír, a fölületén előforduló bármely pontnak, például x -nek, (34. ábrában) fekvése azon mód szerint meghatározandó, mely a csillagok fekvésének meghatározásánál divatos; e végett, tudniillik, két sík vétetik föl, melyek a Föld központján átvonulván egymásra függőlegesen állnak; e síkok egyike a

34. Ábra.



földegyenlítő EG és másika valamelyik földi délkör, például az $SEDG$, mely Ferro sziget mellett vonul el, és ezen esetben *első délkörnek* neveztetik. Ha már most meghatározzuk, hogy hány foknyira esik x pont az egyenlítőtől, és hányra a ferroi délkörtől, akkor x -nek fekvése, a föld színén, ismeretessé válik. A 34. ábrában jól kivehető, hogy x , az EG egyenlítőtől, 60 foknyira esik, és 30 foknyira az $SEDG$ első délkörtől; az ax , vagy a mi mindegy Eb ívet, mely az egyenlítő és x pont között terjed el, s mely ez esetben 60 foknyi: *földrajzi szélességnek* mondjuk, mely vagy *éjszaki*, vagy *déli*, a mint a kérdésben forgó pont a Föld éjszaki (ESG), vagy déli (EDG) félgömbére esik. A bx ív, mely szintúgy 30 foknyi mint Ea , vagyis azon ív, mely az első délkör ($SbED$) és x -nek délköre ($SxaD$) közt terül el, *földrajzi hosszúságnak* mondatik, mely vagy *keleti* vagy *nyugati*; az előbbinek területe az első délkörtől 180 fokra kelet felé, az utóbbié ugyanannyi fokra nyugat felé terjed; a 34. ábra a keleti hosszúság területét mutatja. — Azonban e helyen meg kell említeni: 1) hogy némely földrajzirók, a keleti és nyugati hosszúság közti különb-

séget el nem ismervén, a földrajzi hosszúságot az első délkörtől mindig csak kelet felé 360 fokig számítják; ezek tehát a földrajzi hosszúság 190-ik fokának nevezik azt, a mi az előbbi mód szerint a nyugati hosszúság 170-dik fokának nevezendő. 2). Hogy a kitünőbb csillagdak önmaguk délkörét elsőnek tekinteni szeretik; a franciák a párisit-, az angolok a greenvichit-, a németek a berlinit veszik első délkörnek, a miért is czélszerűnek tartjuk az említett helyek és Bécs délkörének földrajzi hosszúságát, Ferrótól számítva ide iktatni:

A hely neve	Ferrótól számítva a keleti hosszúság		
	foka	perce	másodperce
Bécs	34	2	36
Berlin	31	3	30
Greenvich	17	39	$37\frac{5}{10}$
Páris	20	—	—

Igen érdekes dolognak hiszszük honunk némely helyeinek földrajzi szélesség- és hosszúságával megismerkedni, a mért is azokat ide csatoljuk úgy, a mint azok Kreil Károly, a prágai csillagda igazgatója által, századunk 5-dik évtizedében, határozottattak meg:

A helyek nevei	Éjsz. szélesség	Keleti hosszúság
Debrecen, a füvészeti kertben	$47^{\circ} 31' 42\frac{1}{10}''$	$39^{\circ} 20' 39''$
Eger, az érseki kertben	$47^{\circ} 53' 30\frac{8}{10}''$	$38^{\circ} 3' 9''$
Kanizsa, az iskolamester kertében	$47^{\circ} 1' 37\frac{7}{10}''$	$35^{\circ} 48' 12''$

Késmárk, Nendtvich kertében	49° 8' 11 ⁷ / ₁₀₀ ''	36° 9' 16''
Losonc, az arany sár- kány szállodában	48° 18' 57 ¹ / ₁₀ ''	37° 21' 39''
Lőcse, Hlabatschek ta- nár kertében	49° 0' 52 ³ / ₁₀ ''	38° 18' 53''
Munkács, a kamarafő- nök kertében	46° 26' 13''	40° 27' 12''
Nagy-Várad, a püspöki kertben	47° 3' 41 ³ / ₁₀ ''	39° 39' 20''
Ó-Arad, Hofbauer ker- tében	46° 10' 44''	38° 59' 9''
Pécs, az irgalmasok ker- tében	46° 3' 43 ³ / ₁₀ ''	35° 56' 29''
Poson, Grassalkovich- palota kertében	48° 8' 31 ¹ / ₁₀ ''	34° 43' 56''
Selmec, Doppler-féle kertben	48° 26' 59 ⁸ / ₁₀₀ ''	36° 34' 56''
Sopron, a magyar király szálloda kertében	47° 40' 36 ⁷ / ₁₀ ''	34° 17' 40''
Szatmár, a püspöki kertben	47° 47' 13 ⁵ / ₁₀ ''	40° 35' 46''
Szeged, Götz gyógy- szertáros kertében	46° 15' 14 ⁴ / ₁₀ ''	37° 48' 22''
Szolnok, a ferenczren- diek kertében	47° 10' 11 ⁹ / ₁₀ ''	37° 54' 58''
Szőny, Komárom mellett a szálloda kertében	47° 44' 32 ³ / ₁₀ ''	35° 52' 2''
Temesvár, a pétervára- di kapu hidja mellett	45° 45' 5 ¹ / ₁₀ ''	38° 52' 23''
Tokaj, a szálloda mel- letti kertecskében	48° 13' 13 ⁸ / ₁₀ ''	39° 8' 12''
Tolna, a várkertben	46° 24' 50 ⁹ / ₁₀ ''	36° 29' 31''
Unghvár, a papnöveldei kertben	48° 36' 49 ⁵ / ₁₀ ''	40° 1' 46''

43. A földrajzi szélesség meghatározása nem jár

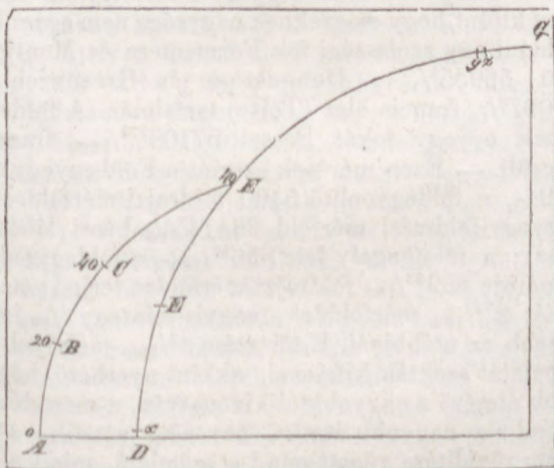
sarkmagasságát ábrázolja. Mikint szokás a sarkmagasságot meghatározni, azt már a 10. szám alatt említettük; egyébiránt a földrajzi szélesség más módok szerint is meghatározható.

44. *A földrajzi hosszúság meghatározása.* — Említettük már, hogy a Nap és csillagok naponként Földünk körül keletről nyugat felé megfordulni, vagyis mintegy 24 óra alatt 360 fokot, s következőleg egy óra alatt 15 fokot, egy időperc alatt 15 ívpercet, egy időmásodperc alatt 15 ívmásodpercet befutni látszanak. Igen természetes tehát, hogy oly helyeken, melyeknek keleti hosszúsága, Ferrótól számítva, 15, 30, 45 stb. foknyi, a Nap 1, 2, 3 órával hamarabb delel, mintsem Ferro szigetén; ellenben a nyugati hosszúság például 60-dik fokán a dél ideje akkor áll be, a mikor már Ferro szigetén körülbelül délutáni négy óra van. Ha tehát pontosan járó órát (időmérőt) a ferrói óra szerint igazítunk, s evvel a Föld bármely pontjára, például Unghvárra, eljutván, azt tapasztalnók, hogy a mikor a ferrói óra a delet mutatja, az unghvári óra délutáni 2 óra-, 40 perc- s 7 másodpercre jár: akkor szükségképen azt kellene következtetnünk, hogy mivel Unghvárott a Nap 2 óra-, 40 perc- és 7 másodperccel hamarabb delel, Unghvárnak földrajzi hosszúsága keleti s egyenlő 2 fok-, 40 ívperc- s 7 ívmásodperccel 15-ször véve, vagyis $= 40^{\circ} 1' 45''$ — Napjainkban a földrajzi hosszúság meghatározásánál a távirót is használni kezdék; így a berlini táviróban adott jel, a villanyfolyam fölötte sebes haladása miatt, ugyanazon pillanatban, a melyben adatott vala, Main melletti Frankfurtban volt észreható; e két állomáson az észlelők a jeladás és jelbevés pillanatában az időt pontosan járó óra szerint följelölék, s íme kitünt, hogy a frankfurti óra 18 időperccel és $51 \frac{89}{100}$ másodperccel kevesebbet mutatott mintsem a berlini ugyanazon időben; ha már ezen időkülönbséget tizenöttel szorozzuk, akkor kiviláglik, hogy Frankfurt 4 fok-, 42 ívperc- és

58 $\frac{35}{100}$ másodperccel közelebb fekszik Ferróhoz, mintsem Berlin; minthogy tehát Berlin keleti hosszúsága Ferrótól $= 31^{\circ} 3' 30''$, Frankfurt keleti hosszúsága $= 26^{\circ} 20' 31^{\frac{65}{106}}''$. Ezen eljárás mód főleg Északamerika egyesült államaiban nagy sikerrel használtatott. Egyébiránt, a távirón kívül, a csillagászok oly tűneményeket is használhatnak föl, melyek az égboltozaton ugyanazon pillanatban különféle helyekről láthatók; ezen tűnemények sorába tartoznak például Jupiter holdjainak első-tétedése, a csillag-elfödések, stb. melyek beálltának ideje pontosan följelöltetvén a földrajzi hosszúság meghatározásánál jó szolgálatot tesz.

45. *A Föld lapulata és kiterjedtsége.* — Ugyanazon körvonalban egyik fok épen akkora mint a másik, így például $DEFG$ -ben (36. ábra) $Dx = yz$; de ha a körvonalon itt ott nagyobb görbületek fordulnak elő, akkor emezeknek egy egy foka a laposabb helyek egyegy fo-

36. Ábra.



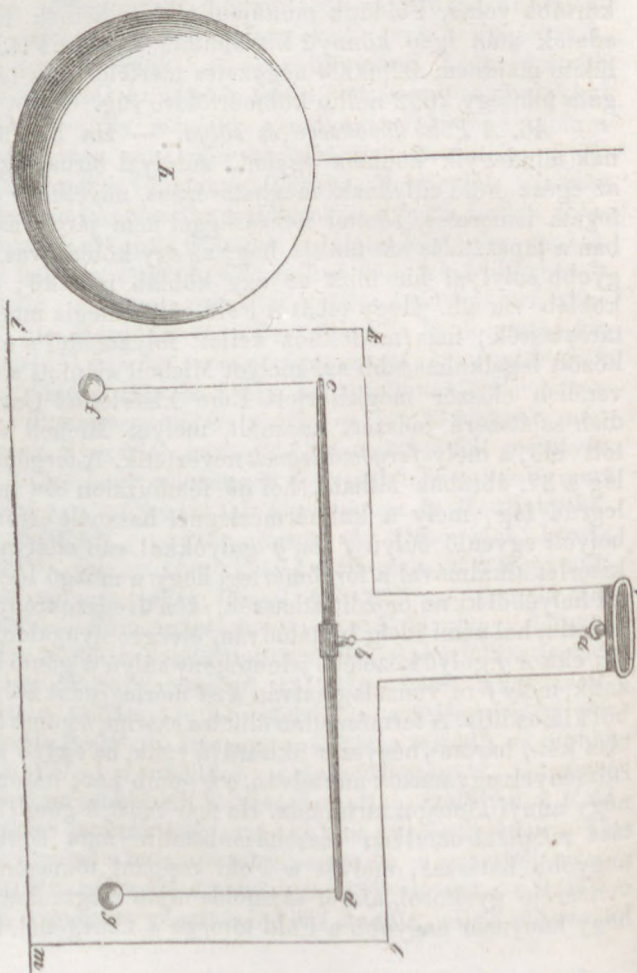
kánál szükségképen kisebb; ezt látjuk a 36. ábrában, hol a domborúabb ABC íven a 20 foknyi AB első tekintetre kisebbnek látszik, mint a kevésbbé görbült DEF íven a szinte 20 foknyi DE . Mivel tehát, pontos mérések után, a földegyenlítő melletti szélességi fokok kisebbeknek találtattak a sark mellettieknél; önkint következik, hogy a mi Földünk, az egyenlítő körül, dudorodottabb s a sarkoknál lapultabb levén, tökéletes gömbalakkal nem bir. — Ily mérések a mult század közepe táján a francia tudós akademia megbizásából történtek; e végett Bouguer és Condamine Peruba-, Maupertuis, Clairaut és Outhier Lapplandba küldettek, s e tudós férfiak fáradozásainak sikerült Földünk lapulatát kétségbe vonhatlanul bebizonyítani. A mult század vége felé Delambre és Mechain, a francia nemzeti gyűlés által ilyszerű munkával újra megbiztatván, a Barcellona és Dunquerque között terjedő délköri ív nagyságát mérés útján határozták meg; s utóbb Biot és Arago a Barcellonaától Formenteráig s Dunquerquetől Greenwichig terjedő íveket is mérték meg. Ily módon mintegy 12 szélességi fok méretvén meg kitűnt, hogy emezeknek nagysága nem egyenlő, mert például egy szélességi fok Formentera és Montjouy között $56955\frac{4}{10}$, Dunquerque és Greenwich között $57097\frac{6}{10}$ francia ölet (Toise) tartalmaz. A földegyenlítőnek egyegy fokát Bessel $57108\frac{535}{1000}$ francia ölre becsüli. — Ezen mérések szerint a Föld egyegy délköre 5391-, a földegyenlítő 5400 földrajzi mérföldre terjed, (egyegy földrajzi mérföld $23474\frac{8}{10}$ bécsi lábat tartalmaz); a földtengely fele $856\frac{56}{100}$, a földegyenlítő félátmérője $859\frac{43}{100}$ földrajzi mérföldre terjed; az előbbi tehát $2\frac{87}{100}$ mérfölddel-, vagyis mintegy $\frac{1}{299}$ részzel kisebb az utóbbinál. E törtszám: $\frac{1}{299}$, melylyel a Föld lapulatát szokták kifejezni, akkint nyerhető, hogy a kisebb átmérő a nagyobbtól kivonatván, a maradék számlálólul s a nagyobb átmérő nevezőül vétetik; s a törtszám rövidítése végett mind a számláló, mind a nevező

a számláló által osztatik; ily módon minden lapított gömb lapulata kifejezhető. Innen látjuk, hogy oly lapított gömb, melynek egyenlítői átmérője 299 vonalnyi (vagyis mintegy 2 lábnyi)-, tengelye pedig majdnem egy vonallal kurtább volna, Földünk mintájaul tekintethetnék. Ezen adatok után igen könnyű kiszámítani, hogy a Föld fölülete majdnem 9266000 négyzetes mérföldre- és térfogata mintegy 2652 millio köbmérföldre rúg.

46. *A Föld tömötsége és súlya.* — Ha Földünknek mindegyik köblába egyenlő súlylyal birna, akkor az egész Föld súlyának meghatározása, mivelhogy térfogata ismeretes, semmi nehézséggel nem járna; azonban a tapasztalás azt tanítja, hogy az egy köbláb vas nagyobb súlylyal bir mint az egy köbláb mészkő, egy köbláb víz stb. Hogy tehát a Föld súlya mégis meghatározottassék, más módokhoz kellett folyamodni s ezek között legalkalmasabb az, melyet Michell ajánlott s Cavendish először megkísérlett. Eme kísérletnél Cavendish sajátyszerű műszert használt, melyet Michell állított elő, s mely *forgómérlegnek* neveztetik. A forgómérleg a 37. ábrában látható, hol *ab* fémhuzalon *cbd* mérlegrúd lóg, mely a kalmármérlegnél használt csészék helyett egyenlő súlyú *f* és *g* golyókkal van ellátva; a kísérlet alkalmával a forgómérleg, hogy a mozgó lég által helyéből ki ne mozdíttathassék, *iklm* üvegszekrénybe záratik, hol némi ideig hintálódván, elvégre nyugalomba jő; ekkor *f* golyó közelébe jelentékeny súlyú *h* gömb hozatik, mely *f*-re vonzólag hatván a *cd* mérlegrudat helyéből kimozdítja. A természettan állítása szerint, *h* gömb hatása két-, három-, négyszer akkorává válik, ha egyéb körülmények ugyanazok maradván, a *h* gömb két-, három-, négy annyi tömeget tartalmaz. Ha már most *h* gömb hatása meghatározottatván összehasonlittatik ama sokkal nagyobb hatással, melyet a Föld roppant tömegének vonzereje gyakorol, akkor számolás útján megtudhatni, hogy hányszor nagyobb a Föld tömege *h* tömegénél. Ily

uton Cavendish kipuhatólá, hogy Földünk majdnem hatodfélszer (sajátképen csak 5 és $\frac{48}{100}$ -szor) annyi súllyal vagyis tömeggel bír, mintsem az oly vízgömb, mely

37. Ábra.



térfogatára nézve fölérne a mi Földünkkel; vagyis, hogy azon esetben, ha a mi Földünk egész kiterjedtségében egyenlőleg tömött volna, akkor mindegyik köblába hatodfélszer annyi tömeggel vagy súlylyal birna, mint az egy köbláb víz; s ezen értelemben veendő ama kifejezés, mely szerint Földünk közepes tömörsége hatodfélszerinek mondatik. 1837-dik évben Reich a Cavendish-féle kísérletet javított műszerekkel több ízben ismételvén, a Föld tömörségét $5^{44}/_{100}$ -ra becsülé; de Baily Londonban ebbeli kísérleteinek eredményét 1843-ban közölván a Föld tömörségét $5^{66}/_{100}$ -ra teszi, mi Reichöt csak hamar arra birta, hogy, miután műszerein ismét javított, ebbeli kísérletekbe ismét bocsátkozzék, s ezen alkalommal a Föld tömörségét $5^{58}/_{100}$ -nak találta. Mindezeket összevéve a Föld tömörségét hatodfélszerűnek tarthatjuk. Ezek után már nem nehéz az egész Föld súlyát meghatározni; tudniillik egy köbláb víznek súlya $56^3/_{10}$ fontra rug, s ennél fogva a mindenütt egyenlő tömörségű Földnek egyegy köblába mintegy 310 fontnyi súlylyal birna; ugy de a Föld térfogata mintegy 34307 trillio köblábat tartalmaz, s következőleg annyiszor 310-, vagyis majdnem 11 kvadrillio fontnyi súlylyal bir.

47. *A Föld fölülete.* — A Föld-fölület nagyobb részét víz borítja; a szárazföld tudniillik csak mintegy harmadfél millio — s a víz színe 6766000 négyzetes mérföldre terjed. A szárazföldön emelkedések és mélyedések igen gyakran fordulnak elő; az elkülönzötteen álló emelkedések *domboknak* vagy *hegyeknek*-, az összefüggők *hegyláncnak* neveztetnek; a hegyek és hegyláncok melletti mélyedések *hegyszorosoknak* vagy *völgyeknek* mondatnak. Ezen emelkedések és mélyedések a Földnek gömbszerű alakján nem sokat változtatnak, mert két lábnyi átmérővel bíró földtekén, $\frac{1}{4}$ vonalnyi emelkedés mintegy 40 ezer lábnyi hegynek felelne meg, pedig Földünk legmagasabb hegye (Everest a himalayai hegyláncban) a 28 ezer bécsi lábat teljesen meg nem

üti. Az összes szárazföld 5 világrészre oszlik, melyek *Európa*-, *Ázsia*-, *Afrika*-, *Amerika* és *Ausztráliának* neveztetnek. — A Föld fölületét borító s összefüggő egészlet képező víztömeg *világtengernek* vagy *Óceánnak* hivatik és szinte 5 főrésze oszlik; ezek sorába tartozik: 1). az *éjszaki jégtenger*, mely az éjszaki sarkkörig terjed 2). a *déli jégtenger*, mely a déli sarknál a déli sarkkörig terjeszkedik; 3) az *indiai tenger*, Afrika, Ausztrália s a déli sarkkör között; 4). az *atlanti tenger*, mely Europa, Afrika, Amerika és a két sarkkör között elterülven, az egyenlítő által *éjszak*- és *délatlanti* tengerre osztatik, a délatlantit *szerecsen tengernek* is hívják; 5). a *nagy Óceán*, mely Ázsia, Amerika és Ausztrália közé esvén, az egyenlítő által *éjszaki* és *déli Nagy Óceánra* osztatik, az előbbi *csendes tengernek* s az utóbbi *déli tengernek* is neveztetik. — A világtenger itt ott a szárazföldbe is benyomulván, a *beltengereket* alkotja, melyek között a *közep*, a *keleti* s az *éjszaki* tenger leginkább hirhedtek el. A tengerek, mélységökre vonatkozólag, egymástól nagyon elütök; a keleti és éjszaki tenger mélysége alig 900 lábnyi, de az atlanti óceánban majdnem 2 mérföldnyi mélységre akadhatni. — Egyébiránt a tenger vize az egyenlítő körül, az ott uralgó magasabb hőmérsék miatt, nagyobb mértékben párologván el, a tenger felszíne mindinkább alászáll; mely oknál fogva a víz a sarkoktól folytonosan oda tódul, s e tünemény tengeri *sarkfolyamnak* neveztetik.

48. A Föld belsejének tömötségi és hőmérséki viszonyai. — Minthogy a földfölületet borító víznek — s nem különben a szárazföld felső rétegeinek tömötsége jóval csekélyebb a Föld közepes tömötségénél: szükségképen helyes ama következtetés, hogy a Föld legbelseje az előbb említett hatodfélszerinél tetemesen nagyobb tömötséggel bír; a növekedő mélységgel tehát a Föld rétegeinek tömötsége is nagyobbodik, s igen nagy valószínűséggel állíthatjuk, hogy a központ körüli rétegeket

az ugynevezett nehéz fémek, mint arany, éreny stb. alkotják: s ha közel a Föld fölületéhez itt ott aranyra, érenyre akadunk, az, a földtudósok alapos véleménye szerint leginkább csak onnan ered, hogy a fémek, hőolvasztott vagy lágy állapotban, a Föld fölület hézagaiba alulról föl felé emelkedtek. — A mit itt a tömörségről mondtunk, ugyanaz áll a Föld belsejének hőmérsékére nézve is, mely a köz tapasztalás szerint, a növekedő mélységgel szinte nagyobbodik. — Saussure a bexi aknában (Wadt kantonban)

312 lábnyi mélységben $14\frac{4}{10}$ foknyi (Cels. sz.) hőmérséketet tapasztalt,

550 " " $15\frac{6}{10}$ " " "

660 " " $17\frac{4}{10}$ " " "

Ilyesmi tapasztaltatott más aknában is, s az itt mutatózó eltérések a földrétegek különböző hővezetési képességéből magyarázhatók. A föld belsejének hőmérsékére vonatkozó állításunkat igazolják a földbe fúrt likaknál tett tapasztalatok is; a rüderszdorfi (Poroszhonban) 730 lábnyi fúrtlikban tapasztalt Magnus

60 lábnyi mélységben $10\frac{625}{1000}$ foknyi (Cels. sz.) hőmérséketet

200 " " $11\frac{875}{1000}$ " " "

400 " " $14\frac{212}{1000}$ " " "

680 " " $17\frac{250}{1000}$ " " "

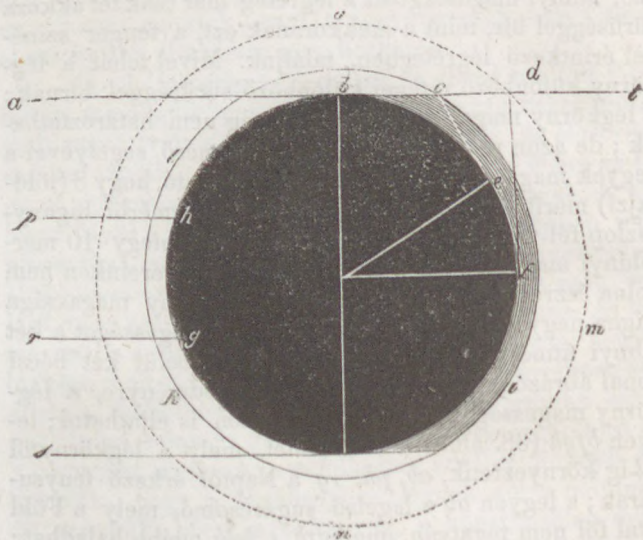
Paris mellett a grenellei artézi kút fúrtlikában 1650 lábnyi mélységben $27\frac{7}{10}$ foknyi- és a poroszországi Neusalzwerk fúrtlikában 2050 lábnyi mélységben $32\frac{75}{100}$ foknyi hőmérsék mutatkozott. Ezekből láthatjuk, hogy Földünk belsejében a szerint, a mint a mélység mintegy száz száz lábbal növekedik, a hőmérsék is egyegy fokkal nagyobbá válik; s ha e viszony az alantibb rétegekben nem változik, akkor 10 ezer lábnyi mélységben a hőmérsék a forró víz melegét is mulja fölül, s 5 mérföldnyi mélységben az öntött vas is fölolvadna. Földünk belseje tehát hőolvasztott anyagokat tartalmaz, melyek

az alig néhány mérföldnyi vastagságu szilárd földkéregtől körülkerítvék. Ezek után már nem nehéz a tűzhányó hegyek és földrengések okaira következtetni, mely iszonyú tűnemények oly igen nagy mérvben, a minőben mutatkozni szoktak, sem a vegyfolyamok, sem a földalatti égések által létre nem hozhatók.

49. *A légkörny.* — A száraz és vízzel borított földfelület mindegyik pontjára légnemű anyag nehezkedik, mely amaszt vájt gömb alakjában környezi, és *légkörnynek* neveztetik. A légkörny főalkatrészei az éleny és légenny, melyek azonban vegyileg nem egyesítvék. E két légen kívül a légkörny csekélyebb mennyiségben még vízpárákat, szénsavat és igen csekély mennyiségben légköneget — s itt ott egyéb légnemeket és apró, szilárd vagy csepfolyós anyagrészeket is tartalmaz. A természettan a légsúlymérő segélyével bebizonyítja, hogy a légkörnybeli lég súlylyal is bir, melynek következtében általa a földfelület épen úgy nyomatik, mintha egész Földünket mintegy 28 hüvelyknyi mélységgel bíró higanytenger borítaná; e cáfolhatlan adatból könnyű kiszámolni, hogy a légkörnybeli légnek súlya majdnem 92 ezer-billio bécsi mázsára rug, s következőleg mintegy 1330000-szer kisebb a Föld súlyánál; különösen pedig az összes légenny súlya mintegy 70 ezer billio — s az élenyé majdnem 21 ezer-billio mázsára becsülhető; a vízpárák és szénsav mennyisége a légkörnyben folyton változik, közepesen mégis a vízpárák súlyát 700 billio- s a szénsavét 48 billio mázsára tehetjük. Ha már a légkörnybeli lég mindenütt egyenlő- s különösen oly sűrűséggel birna, a minőt a tenger színével érintkező légrétegben tapasztalunk; akkor a légkörny magassága az egy mérföldet csak kevéssel mulná fölül, s legmagasabb hegyünknek csúcsa, légkörnyünk tengeréből majdnem 4 ezer lábra meredező, szigeteket alkotna. Azonban a légneműek ama sajátsággal bírnak, hogy, minél kevesbbé nyomatnak, annál inkább kiterjeszkednek; a

légkörny magasabb rétegeinek sűrűsége tehát annál inkább kisebbedik, minél csekélyebbé válik a fölöttünk levő és reájuk nyomólag ható légoszlopnak súlya; 17 ezer lábnyi magasságban a légréteg már csak fél akkora sűrűséggel bír, mint a mekkorának ezt, a tenger színével érintkező légrétegben, találjuk. Mivel tehát a légkörny különböző rétegei különböző sűrűséggel bírnak; a légkörny magassága pontosan meg nem határozthatatik; de azon uton, melyen a légsúlymérő segélyével a hegyek magasságai méretnek, kimutatható, hogy 8 (földrajzi) mérföldnyi magasságban a légsúlymérői higanyoszlop fél vonalra sem emelkednék, s mintegy 10 mérföldnyi magasságban a légnyomása műszereinken nem volna észrevehető. Ezek szerint a légkörny magassága aligha nagyobb 12 mérföldnél, mely magasságot a két lábnyi átmérővel bíró földtekén körülbelül két bécsi vonal ábrázolna. Az imint említett eredményre, a légkörny magasságát illetőleg, más uton is eljuthatni; legyen *b f g h* (38. ábra) a földfelület, mely a légkörnytől *ikl*-ig környeztetik, *ab*, *ph*, *rg* a Naptól érkező fénysugarak; s legyen *ab* a legelső sugárcsomó, mely a Föld által föl nem fogatván, mellette *t* felé odább haladhat; akkor az *ab* csomó fénysugarai, a míg a légkörnyben haladnak, a légtől részenként *be* ív felé veretnek vissza, s a legvégsőbb visszavert sugár a *ce*; innen látjuk, hogy ily uton a Naptól elfordult *be* ív is némi fényt nyervén, egészen sötét nem lehet, mely tűnemény *szürkületnek* s az ekkint megvilágított *be* ív *szürkületívnek* neveztetik; ha Földünket a légkörny nem környezné, akkor az *ab* fénysugárcsomó vissza nem veretvén, *t* felé háborítlanul haladna, s a *be* ív tökéletesen sötét levén, a szürkület tűneményét nem mutatná. Vegyük föl már most azt az esetet, hogy légkörnyünk nagyobb magassággal bírván *dmno*-ig terjeszkedik: ekkor a legvégsőbb visszavert sugár a *df*, s *bef* a szürkületív; miből már önkint következik, hogy a szürkületív annál nagyobb, minél nagyobb

38. Ábra.

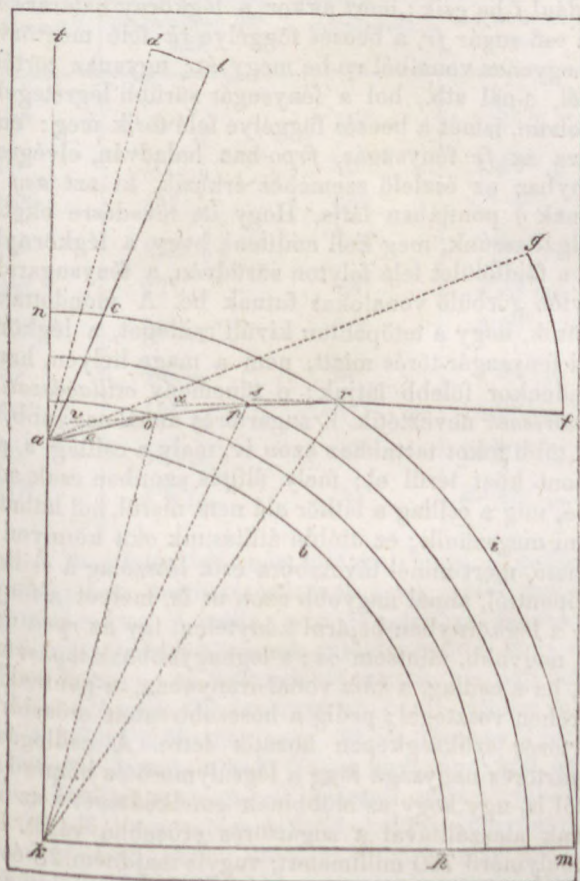


a légkörny magassága. Földünkön a szürkületív 18 foknyinak tapasztaltatott, mely, hitelt érdemlő számolás szerint, 9 mérföld magas légkörnyet igényel; s habár a szürkületív nagysága tökéletesen meg nem határozható, a légkörny magassága mégis 10 vagy 12 mérföldön túl aligha terjeszkedik.

50. *Csillagászati sugártörés.* — Ezen alkalommal, a melylyel légkörnyünkről szólunk, helyesnek véljük megemlíteni emennek egyik sajátoszerű tünetét, melyet a csillagászati észleleteknél a számolásból kifejezteni nem szabad. Legyen *abh* (39. ábra) a földfelület

része, mely fölött a légkörny *cim*-ig emelkedik, s az a pontban észlelőnek legyen t a tetőpontja. Ha t pontban csillag vesztégel, akkor emeinek fénysugarai, n pontra

39. Ábra.



függéyesen esvén, a természettani törvények szerint, meg nem törnek; a mért is a tn egyenes vonalt folytatólag a -ba érkeznek, hol az észlelő a csillagot, a szembe érkező sugarak irányában, a valódi helyen, t -ben, látja. Más tünemény áll elő, ha a csillag a tetőponton kívül, például f -be esik; mert akkor a légkörny határára ferdén eső sugár fr , a beesés függéye rk felé megtörvén, frs egyenes vonalból rp -be megy át; ugyanaz történik p -nél, o -nál stb., hol a fénysugár sűrűbb légrétegekbe hatolván, ismét a beesés függéye felé törik meg: ennél fogva az fr fénysugár, $frpo$ -ban haladván, elvégre ea irányban az észlelő szeméhez érkezik, ki azt aeg vonalnak g pontjában látja. Hogy itt tévedésre okot ne szolgáltatassunk, meg kell említeni, hogy a légkörnybeli lég a földfölület felé folyton sűrűdvén, a fénysugarak is folyton görbülő vonalokat futnak be. A mondottakból kitűnik, hogy a tetőponton kívüli csillagot, a légkörnybeli fénysugár-törés miatt, nem a maga helyén, hanem mindenkor fölebb látjuk; e tünemény *csillagászati sugártörésnek* neveztetik. E sugártörés annál nagyobb, minél több fokot tartalmaz azon ív, mely a csillag s a tetőpont közt terül el; mely állítás azonban csak addig való, míg a csillag a látkör alá nem merül, hol láthatóvá lenni megszűnik; ez utóbbi állításunk oka könnyen belátható, mert minél távolabbra esik látszólag a csillag a tetőponttól, annál nagyobb azon ut is, melyet a fénysugár a légkörnyben bejárni kénytelen, így az $rpoa$ ut jóval nagyobb, mintsem ca ; s legnagyobbak tapasztaltatik, ha a csillag, a khm vonal irányában, a pontnak látkörében vesztegel: pedig a hosszabb uton erősebb sugártörés szükségképen hozatik létre. A csillagászati sugártörés nagysága függ a légsúlymérő és hőmérő állásától is, úgy hogy az előbbinek emelkedtével s az utóbbinak alászálltával a sugártörés erősebbé válik. Ha a légsúlymérő 760 millimetert, vagyis majdnem 28 és $\frac{8}{10}$ bécsi hüvelyket, s a hőmérő 10, Celsius szerinti fokot

mutat: akkor a sugártörés nagyságát az itt következő
lajstrom mutatja:

A csillag lát- szólagos távolsága a tetőponttól	A sugártörési, vagyis azon ív, melylyel a csillag magasabban lát- szik	A csillag lát- szólagos távolsága a tetőponttól	A sugártörési, vagyis azon ív, melylyel a csillag magasabban lát- szik
5°	5 ¹ / ₁₀ ''	55°	1'23 ¹ / ₁₀ ''
10°	10 ³ / ₁₀ ''	60°	1'40 ⁶ / ₁₀ ''
15°	15 ⁶ / ₁₀ ''	65°	2' 4 ³ / ₁₀ ''
20°	21 ² / ₁₀ ''	70°	2'38 ⁸ / ₁₀ ''
25°	27 ² / ₁₀ ''	75°	3'34 ³ / ₁₀ ''
30°	33 ⁶ / ₁₀ ''	80°	5'19 ⁸ / ₁₀ ''
35°	40 ⁸ / ₁₀ ''	85°	9'54 ³ / ₁₀ ''
40°	48 ⁹ / ₁₀ ''	87°	14'28 ¹ / ₁₀ ''
45°	58 ² / ₁₀ ''	89°	24'21 ² / ₁₀ ''
50°	1'9 ³ / ₁₀ ''	90°	33'46 ³ / ₁₀ ''

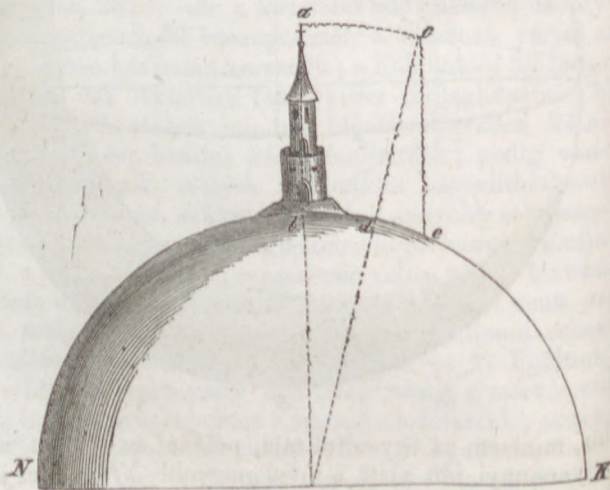
A mondottakból már világos, hogy a csillagok magasságának meghatározásánál azon ívből, melyet a szögmérő mutat, a csillagászati sugártörés levonandó. A csillagászati sugártörésnek tulajdonítandó, hogy mi a nyugvó Napot egész kiterjedésében akkor is még látjuk, a mikor alsó széle 33 ívpercenyre a mi látkörünk alá merült, s felső széle még azon túl is mintegy 2 időper-cig látható; de még a kelő Napot ugyanannyival hama-rább pillantjuk meg. A csillagászati sugártörésből ma-gyarázandó, hogy a Nap és hold, keltők és nyugtuk al-kalmával, lapultaknak látszanak; mert alsó szélők, a tetőponttól mintegy fél fokkal távolabbra esvén mintsem

a felső, a látkör töszomszédságában, jóval erősebb sugártörésben részesül; minek következtében a felsőhez közelebb esni látszik. A csillagászati sugártörés következtében másképp mutatkozik Orion csillagképe, ha az év elején, a kora est óráiban, a kelet táján látkörünk fölé emelkedik; és másképp, ha a tavaszi éjeken nyugat felé leáldozóban van stb. stb.

51. *A Föld forgása tengelye körül.* — E munka folytában többször említők már ama tüneményt, mely szerint az összes égi boltozat, Földünk körül keletről nyugat felé, mintegy 24 óra alatt megfordulni látszik; e tünemény azonban akkint is magyarázható, hogy a mi Földünk egy nap alatt tengelye körül nyugatról kelet felé fordul meg; s e mozgás közben mi a nyugvó égboltozatot ellenkező irányban haladni véljük, mely szemcsalódás a gőzhajón és vaspálya-vonaton is gyakran tapasztalható. Lássuk tehát már most, hogy melyike e két nézetnek valónak tartandó: 1) ha az éggömb a Föld körül forogna, akkor már a közelebb álló csillagok is oly roppant sebességgel mozognának, a minőnek párját a természetben hasztalan keresnők; a Földünktől 33 billio mérföldre eső Akturusz (az Ökrész csillagképében) e forgás következtében minden időmásodpercben 2400 millio mérföldet befutni kénytelenítették; pedig vannak állócsillagok, melyek Földünktől hasonlíthatlanul messzebbre esvén, sokkal, de sokkal nagyobb sebességgel forognának. Ily sebesség minden képzeletünket mulja fölül, s ha mindamellett mégis való volna, akkor bizvást kérdezhetnők, hogy hol léteznek és melyek azok az erők, melyek e roppant égi testek fölfoghatlanul sebes mozgását eszközlik és szabályozzák? — 2) Földünk egyenlítőjénél igen nagy hőmérsék uralg, a mért is ott a lég igen megmelegedvén a magasba emelkedik; ennek helyébe az éjszaki és déli sarktól a hidegebb lég tola-kodván, az ugynevezett *sarki légfolyamot* tünteti elő; de meg az egyenlítőnél fölemelkedett lég, a folyton emel-

is a sarkoknál csekélyebb sebességgel bír, mintsem az egyenlítőnél. Innen már most azt kell következtetni, hogy az éjszaki sarktól érkező légtömeg, lassúbb mozgásánál fogva, annál inkább kénytelen nyugat felé elmaradozni, minél inkább közeledik az egyenlítőhez, hol a Földnek nyugatról keletre irányzott mozgása legsebe-
sebb; vagyis röviden szólva, az éjszak-sarki légfolyam, a Föld forgásának következtében, egész éven át éjszak-keleti (*hi*) irányban halad; ugyanazon oknál fogva a dél sarki légfolyam délkeletinek mutatkozik. Eme légfolyamok *pásztás szeleknek* neveztetnek, s a szárazföldön a rendkívüli szelek miatt nem mindig észrevehetők; de a tengeren, főleg az egyenlítő közelében, szünet nélkül mutatkozáván, Földünk forgását tengelye körül folyton igazolják. A mondottak nyomán kiki beláthatja, hogy az egyenlítői légfolyamok, sebesebb mozgásuknál fogva az ellenkező-, vagyis az éjszaknyugati és délnyugati

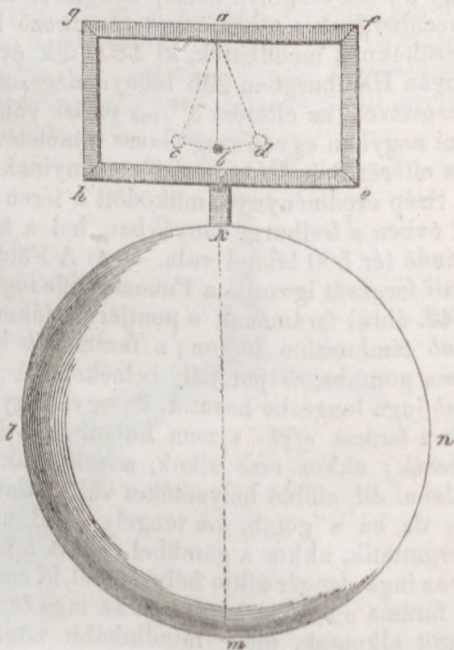
41. Ábra.



irányban haladni kénytelenek, a minek igaz voltáról a tűzhányó hegyekből magasra emelkedő füstföllegeknek mozgásirányai elegendőleg kezeskednek. — 3) Ha Földünk csakugyan tengelye körül forog, akkor az *ab* toronynak (41. ábra) legfelsőbb pontja *a*, azon idő alatt, melyben *b* pont a *bd* ívet futja be, a nagyobb *ac* ívet bejárván, sebesebben mozog, mintsem a torony lába *b*; tegyük már föl, hogy, a míg a torony *ab* helyzetből *dc*-be érkezik, azalatt az *a*-ból alábocsátott kő a szabad esés következtében a torony lábáig érne; akkor a kő, esés közben, a *be*-vel egyenlő *ac* ívet is futván be, nem *d*-nél, hanem *e* ponton jelenik meg; a toronyból alábocsátott kő tehát esés közben kelet felé eltérve azt tanúsítja, hogy a Föld tengelye körül, nyugatról keletre forog. Benzenbergnek e tüneményre vonatkozó kísérletei igen sikerülteknek mondhatók, ki 1802-dik évben, Mihály tornyán Hamburgban 235 lábnyi magasságból köveket leeresztvén, az eltérést $3^{99}/_{100}$ párisi vonalnyinak találta, mi nagyban egyez meg Gauss elméletével, mely szerint ez eltérés 3 és $^{95}/_{100}$ párisi 'vonalnyinak számoltatott ki. Szép eredménnyel működött e téren Reich is 1832-dik évben a freiburgi bányákban, hol a kövek által befutandó tér 500 lábnyi vala. — 4) A Földnek tengely körüli forgását igazolja a Foucault-féle ingakísérlet is, *efgh* (42. ábra) farámának *a* pontjáról, jókora súlyú *b* gömb, *ab* fémhuzalon lógjon; a faráma *ik* lécs segélyével *klmn* gömbbe, *k* pontnál, beleékeltetik; ha már most az *ab* inga lengésbe hozatik, de úgy, hogy az *acbd* lengés sík a faráma *efgh*-s nem különben a *klmn* kör síkjába essék; akkor eme síkok, a míg csak a gömb mozdulatlanul áll, előbbi helyzetöket változatlanul tartják meg; de ha a gömb, *km* tengely körül, nyugatról keletre forgattatik, akkor a gömbbel együtt a faráma is forog, de az inga, lengés-síkja helyzetéből, ki nem tér; a mért is a faráma s a *klmn* kör síkjai az inga lengés-síkjával szögöt alkotnak, mely mindinkább növekedvén

90 foknyivá válik, ha $klmn$ körnek mindegyik pontja 90 foknyi utat futott be, s a gömbnek km tengely körüli teljes megfordulása után a lengés-sík a faráma- és $klmn$ kör síkjaival, ismét esik össze. E tűnemény a gömb további forgatásánál folytonosan ugyanama rendben mutatkozik, s mutatkoznék akkor is, ha a farámát a Földnek egyik sarkán állítanók föl; csakhogy nekünk akkor a Föld nyugodni s a helyét nem változó lengés-sík keletről nyugat felé forogni látszanék: az inga lengés-síkjának eme látszólagos eltérése tehát világos tanujele annak, hogy a mi Földünk ellenkező irányban, vagyis nyugatról keletre forog. Az előbb mondottakból látjuk,

42. ábra

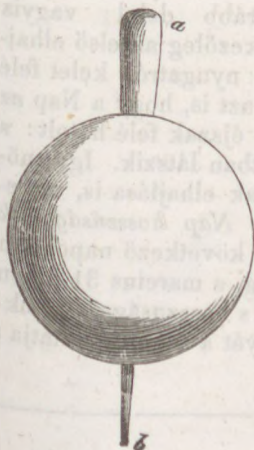


hogy az inga lengés-síkja a sarknál 24 óra alatt teljes kört bejárni látszik, vagyis hogy látszólagos eltérése 24 óra alatt 360 foknyi s következőleg egy óra alatt 15 foknyi. Azonban számolás útján bizonyítottatott be, hogy az inga lengés-síkjának egy óra alatti eltérése annál kisebb minél kisebb az észlelet helyének földrajzi szélessége; és hogy az egyenlítőnél a lengés-sík semmi eltérést nem mutathat; a mi ekkép számolás útján tűnt ki, azt a tapasztalat is nagyban igazolta, a mint azt az észleleteknek imitt következő eredményei mutatják:

Az észlelők nevei	Az észlelet helyének		A lengés-sík egy óra alatti eltérése	
	neve	földrajzi szélessége	az észlele- tek szerint	a számo- lás szerint
Gerard	Aberdeen	57° 9'	12 ⁷ / ₁₀ foknyi	12 ⁹ / ₁₀ foknyi
Phillips	York	53° 58'	12 ⁵³ / ₁₀₀	12 ¹⁶³ / ₁₀₀₀
Galbraith és és Haughton	Dublin	53° 23'	11 ⁹ / ₁₀	12 ⁷³ / ₁₀₀₀
Bunt	Bristol	51° 27'	11 ⁷⁷ / ₁₀₀	11 ⁷⁶³ / ₁₀₀₀
Dufour	Genf	46° 12'	11 ¹⁸ / ₁₀₀	10 ⁸⁵⁶ / ₁₀₀₀
Secchi	Roma	41° 54'	9 ⁹ / ₁₀	10 ² / ₁₀₀
Lyman	Providence	41° 49'	9 ⁹⁶ / ₁₀₀	10 ² / ₁₀₀
Lyman	New-Haven	41° 18'	9 ⁹⁷ / ₁₀₀	9 ⁹³ / ₁₀₀
Lyman	New-York	40° 44'	9 ⁷³ / ₁₀₀	9 ⁸¹ / ₁₀₀
Lampeey és Shaw	Ceylon	6° 56'	1 ⁸⁷ / ₁₀₀	1 ⁸¹ / ₁₀₀
d'Oliveira	Rio Janeiro	22° 54'	5 ¹⁷ / ₁₀₀	5 ⁸³ / ₁₀₀

Az itt említett kísérletek következő módon vitetnek végbe: nagy súlylyal bíró gömb, melynek súlypontja a központtal esik össze, hosszú és erős acélhuzal vagy tekeredetlen selyemszálak segélyével valami magas terem, vagy a templom mennyezetére függesztetik; minél sulyosabb a gömb és minél hosszabbak a szálak, annál több ideig tartja meg az inga, a megindítás után, lengő mozgását; a még nyugvó inga alá fokokra osztott kör állíttatik, de úgy, hogy emennek és a gömbnek központja s nemkülönben az inga fölfüggesztéspontja is ugyanazon egyenes vonalba essék; s elvégre az inga megindítandó. — Az inga lengés-síkjának illetén eltérését már a 18-dik században is vevék észre, de kellő figyelemre azt csak Foucault méltatá, ki a tűneményt helyesen megfejtvé, februar 3-dikán 1851-dik évben a francia akademia előtt kísérlettel is bebizonyítá. — Az imint előszámlált érvek kétségbe vonhatlanná teszik azon igazságot, mely szerint a mi Földünk, egyegy nap alatt, tengelye körül nyugatról keletre fordul meg; s mi, kik e mozgást nem érezzük, az éggömböt ellenkező irányban, a világtengely körül forogni, hamisan véljük. A Földnek eme mozgását napi, vagy tengely körüli mozgásnak mondjuk, melynek következtében a Föld fölületén megállapodó az egyenlítőnél egy nap alatt 5400 mérföldnyi kört fut be, s ekkint minden időmá sodpercben 1467 (bécsi) lábnyira halad, mely sebesség a puskagolyóéval vetekedik; de minél messzebbre távozzunk az egyenlítőtől, annál kisebb azon kör, melyet a Föld forgó mozgásának következtében egy nap alatt futunk be; a földrajzi szélesség 45-dik fokánál megállapodó, egy nap alatt, már csak 3810 mérföldre s egy másodperc alatt 1035 bécsi lábra halad. — A Földnek tengely körüli forgásából a következő tűnemények magyarázhatók: 1). Mindenki ismeri ama játékszert, melyet a 43-dik ábra mutat, s mely pörgetyűnek neveztetik;

43. Ábra.



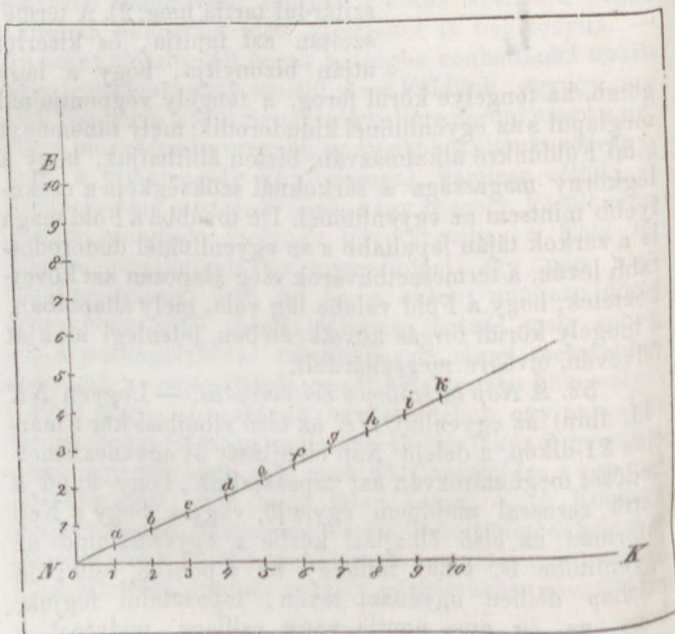
mindenki tudja, hogy vajmi nehéz földadat emezt *b* hegyére állítani, s ha ez elvégre sikerülne is, a pörgettyű a legcsekélyebb szellő hatására azonnal eldül; de ha e szert újainkkal pörgő mozgásba hozzuk, akkor ez, a míg forog, *b* hegyén erősen megáll. A mi Földünk is, mely sehol semmiféle támaszszal nem bír, nyugvó pörgettyű módja szerint dűledezne; de mivel tengelye körül forog, ugyanazon állását szilárdul tartja meg. 2). A természettan azt tanítja, és kísérlet után bizonyítja, hogy a lágy

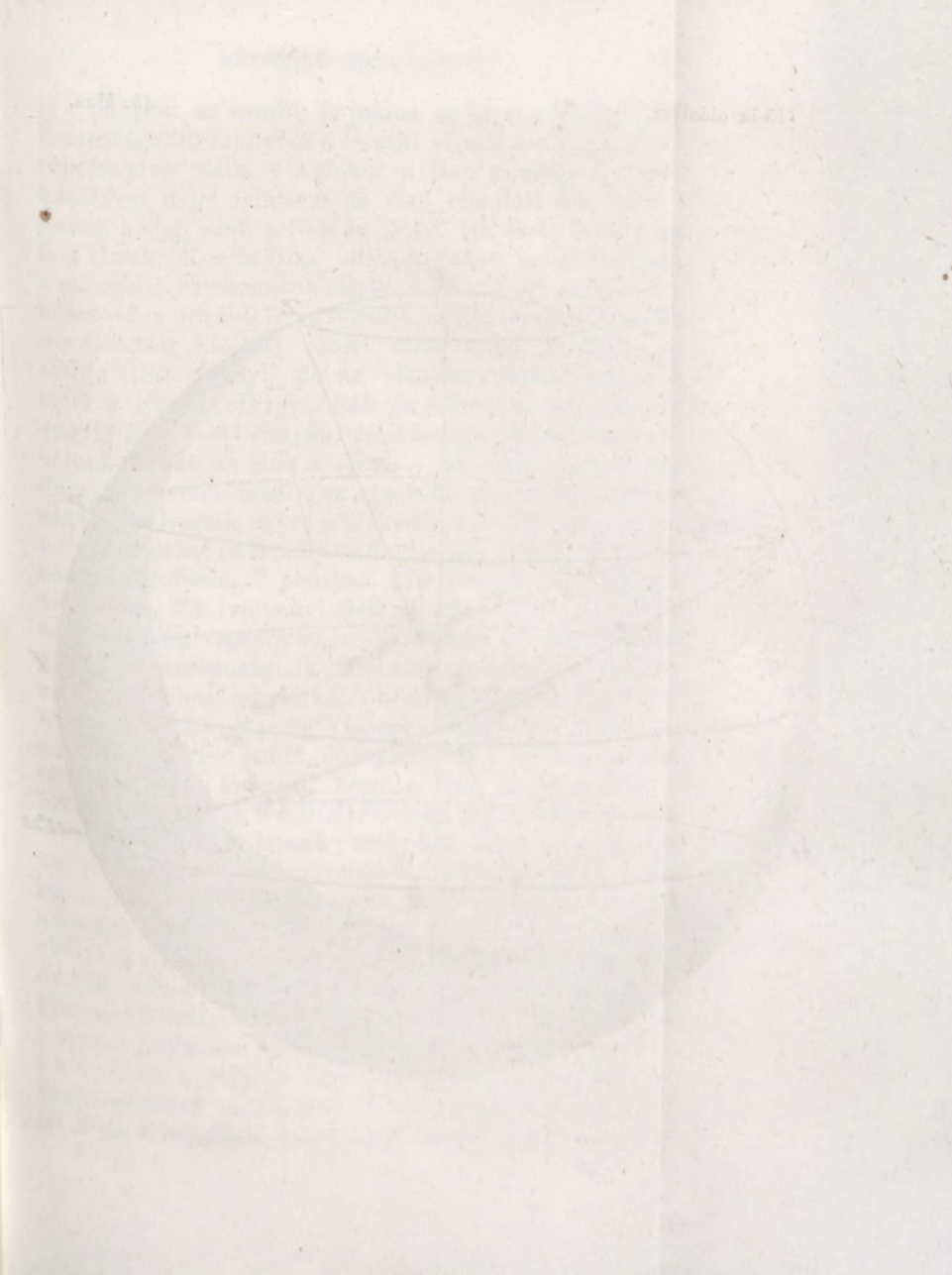
gömb, ha tengelye körül forog, a tengely végpontjainál meglapul s az egyenlítőnél kidudorodik; mely tüneményt a mi Földünkre alkalmazván, bizton állíthatjuk, hogy a légkörny magassága a sarkoknál szükségképen csekélyebb mintsem az egyenlítőnél. De továbbá a Föld maga is a sarkok táján lapultabb s az egyenlítőnél dudorodottabb levén, a természetbuvárok elég alaposan azt következtetik, hogy a Föld valaha híg vala, mely állapotban, a tengely körüli forgás következtében, jelenlegi alakját fölvevén, elvégre megszilárdult.

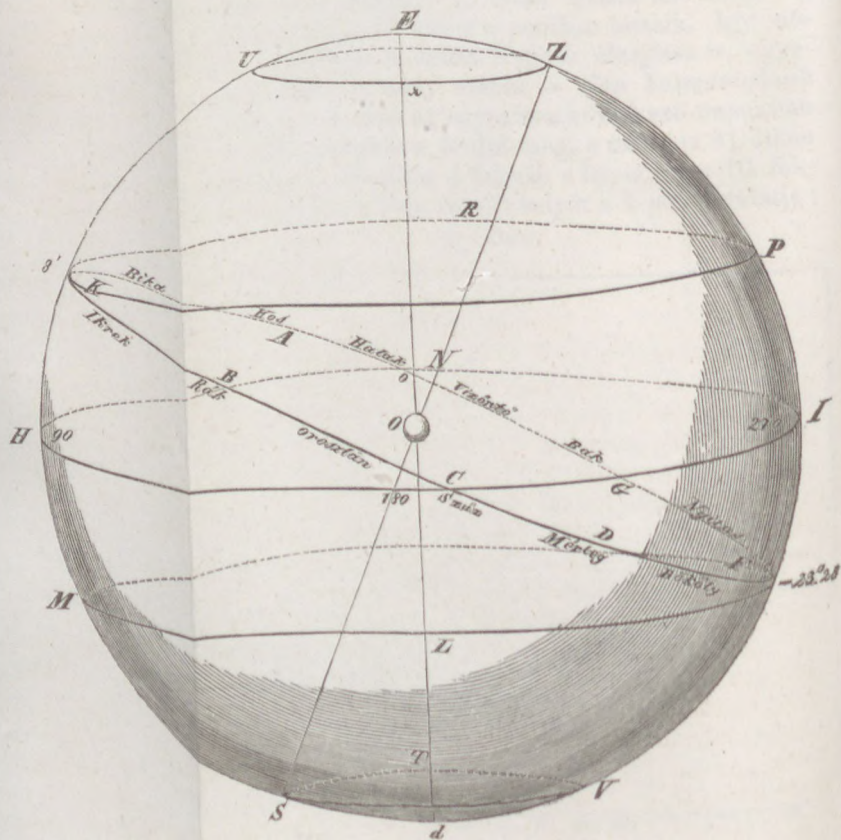
52. *A Nap látszólagos évi mozgása.* — Legyen *NK* (44. ábra) az egyenlítő, *NE* az első elhajlási kör: március 21-dikén a delelő Nap elhajlását és egyenes emelkedését meghatározván azt tapasztaljuk, hogy mind a kettő zerussal majdnem egyenlő, vagyis, hogy a Nap jóformán az első elhajlási körbe s egyszersmind az egyenlítőbe is, tehát mintegy az *o* pontba esik; de másnap délben ugyanazt tevéen, tapasztalni fogjuk, hogy az ég ama pontja vagy csillaga, melylyel a

Nap előtte való napon egyszerre delet, most már mintegy 4 időperccel hamarabb delet; vagyis hogy a Nap eme ponttól s következőleg az első elhajlási körtől is mintegy egy fokkal nyugatról kelet felé távozott el; de tapasztalni fogjuk azt is, hogy a Nap az egyenlítőől is mintegy $2\frac{2}{5}$ fokra éjszak felé hatolt: a Nap tehát marcius 22-dikén *a* pontban látszik. Így növekedik naponként a delelő Napnak elhajlása is, egyes emelkedése is, mely utóbbi *a Nap hosszúságának* neveztetik; s a Nap az egymásra következő napokban *c, d, e.* stb. pontokban fordul meg, s marcius 31-dikén a Nap éjszaki elhajlása 4 foknál- s hosszúsága 10 foknál is nagyobb; a Nap ekkori helyét a *k* pont mutatja;

44. Ábra.



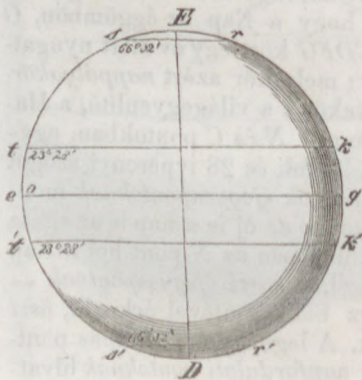




így történik ez tovább is június 22-ig, a mikor a Nap hosszúsága 90 foknyivá s éjszaki elhajlása 23 fok- és 28 ívpercenyivé válik, s a mikor a Nap mintegy 6 órával későbbben delel mintsem az első elhajlási kör *NE*; e három hónap alatt a Nap az *NAK* (45. ábra) íven vagyis a Halak, Kos és Bika csillagképeken haladott végig, s mi addig *tavaszként* éltük. — Ezen idő után a Nap hosszúsága tovább is növekedik, de az éjszaki elhajlás mindinkább kisebbé válik; szeptember 23-dikán az előbbi 180 foknyi, de az elhajlás zerussal egyenlő, mert a Nap az Ikrek, Rák és Oroszlán csillagképeit vagyis *KBC* ívet befutván, ismét az egyenlítőbe érkezett; nálunk tartott az alatt a *nyár*. — Az imint említett nap után a Nap mindinkább az egyenlítő alá merül; hosszúsága most is csak egyre növekedik, s a *CDF* íven vagyis a Szüz, Mérleg és Bökölly csillagképein vonulván át, december 22-dikén *F* pontban 270 foknyi hosszúsággal és 23 fok-, 28 ívpercenyi déli elhajlással bír; e napon nálunk az *ősz* végződvén, a *téli* időszak áll elő, melyben a Nap, a hosszúságnak folytonos növekedése mellett, az egyenlítőhez mindinkább közeledik; s az *FGN* ívet vagyis a Nyilas, Bak és Vizöntő csillagképeit bejárván, március 21-dikén ismét *N*-be vagyis a tavaszi pontba érkezik. Innen láthatni, hogy a Nap az éggömbön, *O* Földünk körül, az *AKBCDFG* kört egy év alatt nyugatról keletre bejárni látszik; mely kör azért *nappályakörnek* neveztetik. A nappályakör s a világegyenlítő, a Halak és Szüz csillagképeibe eső *N* és *C* pontokban, egymást két részre metszván, 23 fok és 28 ívpercenyi szögöt alkotnak; az átmetszeti pontok *éjegyenpontoknak* mondatnak; mivel a Nap ottlétekor az éj is a nap is az egész Földön 12 óráig tart; s különösen az *N* pont hol a Nap a tavasz beálltával vesztegel, *tavaszi éjegyenpontnak* — s a *C*, hová a Nap az őszi beköszöntével érkezik, *őszi éjegyenpontnak* neveztetik. A legnagyobb elhajlás pontjai *K* és *F* napállási vagyis *napfordulati pontoknak* hivat-

nak, mivel a Nap e pontokban mintegy megállani, s csak hamar rá ismét *KBC* vagy *FGN* irányban visszafelé fordulni látszik; az északi félgömbön levő (*K*) *nyári* — s a délin levő (*F*) *téli napfordulatpontnak* mondatik, mivelhogy azokban a Nap a nyár és tél kezdetén fordul meg. A két éjgyenponton és világsarkon átmenő kör *éjgyeni negyedlőnek*, a két napállásponton és világsarkon átvonuló kör pedig *napállási negyedlőnek* (*EKdF*) mondatik. A nyári napfordulati ponton átmenő s az egyenlítővel egyenközű *PRKP* kör *nyári*- vagy *ráktérítőnek*, s a déli félgömbön neki megfelelő *FLMF* *téli*- vagy *bak-térítőnek* mondatik; mind a kettő az egyenlítőtől 23° és $28'$ ívpercre esik. — A nappályakörnek sarkai *Z* és *S* pontokba esnek, s az e pontokon átmenő s az egyenlítővel egyenközű körök *ZxUZ* és *STVS* *sarkköröknek*, az északi félgömbön levő *északi*- s a délin levő *déli sarkkörnek* neveztetik, mindegyikök a szomszéd világsarktól 23 fok- és 28 ívpercre esik. A térítő és sarkkörök a mi Földünkön is különböztetnek meg; a 46-ik ábrában, mely a Földet mutatja, *tk* és *t'k'* a Föld térítőköréit, *sr* és *s'r'* sarkköréit ábrázolják.

46. Ábra.

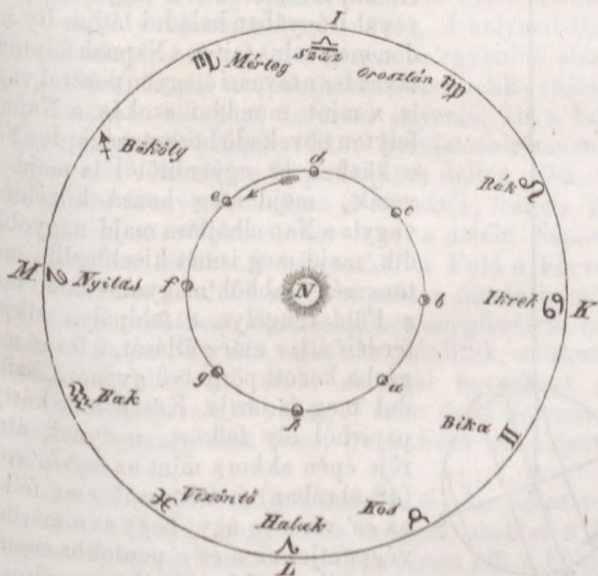


Hogy tévedésre semmi ok ne szolgáltatásék, meg kell még említeni, hogy a nappályakör az ókorban 12 egyenlő részre osztván, azon ív, mely a tavaszi éjgyenponttól 30 foknyira terjeszkedett, a Kos csillagkép jegyével (ϖ) jelöltetett; a 30 -dik foktól a 60 -dikig terjedő ív a Bika (τ) jegyével és így tovább. A nappályakör eme ré-

szei még ma is ugyanama jegyekkel jelöltetnek; de a tavaszi éjgyenpont, mely mintegy 2 ezer év előtt a Kos csillagképében volt szemlélhető, az éjgyenpontok előnyomulása miatt, jelenleg már a Halak csillagképébe esik: s innen van, hogy a nappályakör jegyei a hasonnevű csillagképeknek manapon már meg nem felelnek; így a Kos jegye (φ) a Halak csillagképébe, a Rák jegye ($\var�$) az Ikrek csillagképébe, a Bak jegye ($\var�$) a Nyilas csillagképébe esik és így tovább, a mint ezt a 47-dik ábra mutatja.

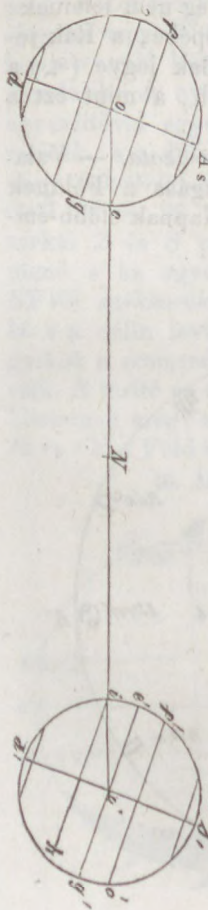
53. A Nap évi mozgásának magyarázata. — Valamint az éggömb látszólagos napi mozgása a Földnek tengely körüli forgásából-, szintűgy a Napnak előbb em-

47. Ábra.



litett járása a Földnek Nap körüli keringéséből magyarázható. Legyen N (47. ábra) a Nap $abcdefgh$ a földpálya, vagyis ama pálya, melyet a Föld a Nap körül egy év alatt fut be, s $IKLM$ legyen az állatkör; ha már a

48. Ábra.



Föld d pontban van, akkor mi, kik az igen messze tárgyakat egyenlő távolságban lenni véljük, szemeink tanuskodása után indulva, a Napot $dNhL$ egyenes vonal irányában, a Halak állócsillagai között, a tavaszi éjegyenpontban szemléljük; d pontból a Föld e pont felé halad, honnan mi a Napot eNa vonal mentében a Bikában látjuk és így tovább; a míg tehát a Föld $dffb$ irányban halad, az alatt mi a Napot a Halak, Kos, Bika stb. vagyis az $LKIM$ vonal irányában haladni látjuk. Ily módon meg volna fejtve a Napnak folytonos távozása a tavaszi éjegyen ponttól, vagyis, a mint mondani szokás, a Napnak folyton növekedő hosszúsága; de a Nap, e közben az egyenlítőtől is majd távozik, majd meg hozzá közeledik, vagyis a Nap elhajlása majd nagyobbodik, majd meg ismét kisebbedik, mely tünemény abból magyarázható, hogy a Föld tengelye a földpálya síkjára ferdén áll, s emez állását, a forgó mozgásba hozott pörgettyű gyanánt, szilárdul meg is tartja. Készítsünk kártyapapírból oly félkört, melynek átmérője éppen akkora mint az $ocNio'$ vonal (48 ábrában) és fektessük eme félkört az oo' vonalra úgy, hogy az átmérőnek végpontjai az o és o' pontokba essenek s a félkör síkja az ábra papirosára

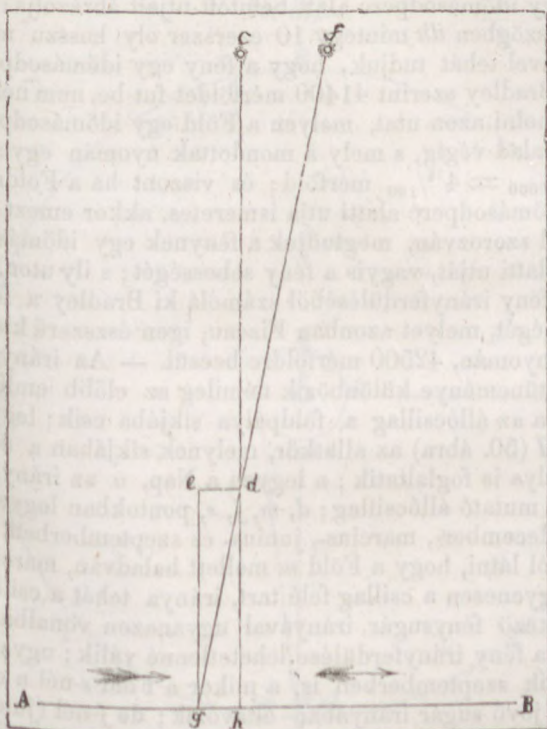
függélyesen álljon : akkor a félkör a Föld évi pályájának síkját ábrázolja, melyre az *A* Földnek *sd* tengelye ferdén áll, mert az *soc* szög vagy *sc* ív mintegy 66° és 32 ívpercenyi ; ily állásban van a Föld június 22-dikén, mely napon a Napnak központját ábrázoló *N* pont a *c* pontban állónak tetőpontjába esik, s a mint a Föld az *sd* tengely körül odább és odább forog, úgy az *N* pont is az *fc* rákterítőkör más meg más pontjának tetőpontjává válik ; e szerint a Napnak éjszaki elhajlását, vagyis látszólagos távolát az *eog* egyenlítőről június 22-kén a mintegy 23° és 28 percenyi ív *cg* ábrázolja. Ha már most a Földet *A* helyzetből kimozdítván, az *ocNio'* vonalra fektetett félkör körületének mentében odább huzzuk, de úgy, hogy a Föld központja *o* folytonosan az imint említett félkör síkjába essék s tengelye az *sd* vonallal egyenközü maradjon : akkor a Nap éjszaki elhajlása mindinkább kisebbé válik, s miután ekkép a Föld, *A* helyzetből, egy körnegyednyire elmozdított, az *eg* egyenlítő alatt lakók a delelő Napot tetőpontjukban szemlélik ; ekkor tehát a Napnak elhajlása zerussal egyenlő. Ha a Földet a kártyapapírból készült félkör körületének mentében még tovább visszük, a Nap elhajlása délivé válik, s ha a Föld 180 foknyi távolságra *A* állásától, vagyis *B*-be esik, akkor az *ih* baktérítőkör lakói a delelő Napot tetőpontjukban látják. *B* helyzetből a Föld a körvonal hátralevő felét az előbb említett módon futván be, a Nap elhajlására vonatkozó tünetenyeket, megfordított rendben mutatja ; a Nap déli elhajlása tudniillik, most mindinkább kisebbedvén, utóbb zerussal egyenlővé — s azon túl meg éjszakiává válik, és mint ilyen folyton növekedvén legnagyobbá lesz, ha a Föld *A* helyzetbe visszakerül.

54. *E magyarázat helyes volta.* — Az imint mondottakból láthatni, hogy azon mozgás, melyet a Nap minden évben ugyanazon rendben tüntet elő, a Földnek Nap körüli keringéséből is magyarázható ; s mi csak is

ez utóbbi magyarázatot tartjuk helyesnek az itt következő okoknál fogva: 1) a bolygók mindegyike a Nap körül forog, mért mutatna tehát e tekintetben kivételt a mi Földünk, annál is inkább, hogy, ha a Föld nyugvónak vétetik, akkor, a mint alább látni fogjuk, a bolygók mozgásának némely tüneteményei megfejtáhatlenné válnak. 2) A Föld, mely sehol semmitéle támasztékkal nem bír, a Nap tömegétől hatalmasan vonzatván, szükségképen a Napba rohamra, ha nem léteznék ily erő, mely a Földet e szörnyű eséstől visszatartja; ily hatásu erőnek azonban észszerűleg csak a középfutó erő képzelhető, melylyel alább közelebből megismerkedni alkalmunk leend, s mely egyedül csak akkor állhat elő, ha valamely test, a Nap körül keringő Föld módja szerint, folytonosan ferde vonalban odább halad. 3) A Földnek Nap körüli keringéséről ama sajátos tünetemény is kezeskedik, melyet először Bradley a Sárkány Gamma (γ) csillagán 1725-dik évben vön észre, s mely a többi állócsillagnál is mutatkozván, a *fény irányferdülésének* nevezetik. Legyen AB (49. ábra) egyik része a Föld évi pályájának, melyen a Föld A -tól B felé a nyíl irányában halad; c legyen a földpálya sarkában veszteglő állócsillag, melynek fénysugarai a földpálya minden pontjára majdnem függélyesen esnek, mivelhogy a földpálya egész területe, a csillag roppant távolához képest, apró pont gyanánt tekintendő; cdh legyen a fénysugár utja, s különösen dh legyen azon ut, melyet a fénysugár, a Földhez közeledvén, egy idő-másodperc alatt futna be. Ama szemcsalódásnál fogva, melyet e munka folytában már többször említünk, a míg a Föld A -tól B felé tart, mi a c -től érkező fénysugárt B -től A felé vagyis ellenkező irányban haladni látjuk; s ha ed fölér azon uttal, melyet a Föld egy másodperc alatt fut be, akkor c fénysugara is dh iránytól mintegy ugyanannyira A felé eltérni látszik; és ha gh egyenlő ed -vel, akkor a g -be érkező Föld lakója a d -ből jövő sugárt dg irányban érkezni látja, s a

e csillagot, gdf egyenes vonal mentében, f pontban szemléli; inren már láthatni, hogy az f felé látszólag eltérő csillag c , ugyanazon irányban, melyben a Föld a Nap körül halad, folytonosan a Föld előtt járni szemléltetik; s mivel e csillag egy év alatt 40 és $\frac{1}{2}$ ívmásodpercnyi átmérővel bíró körvonalat befutni látszik, önkint következik, hogy a mi Földünk is, egy év leforgása alatt, a Nap körül önmagába visszatérő ferde vonalt fut be, melynek alakja a körvonalától csak igen kevésben kü-

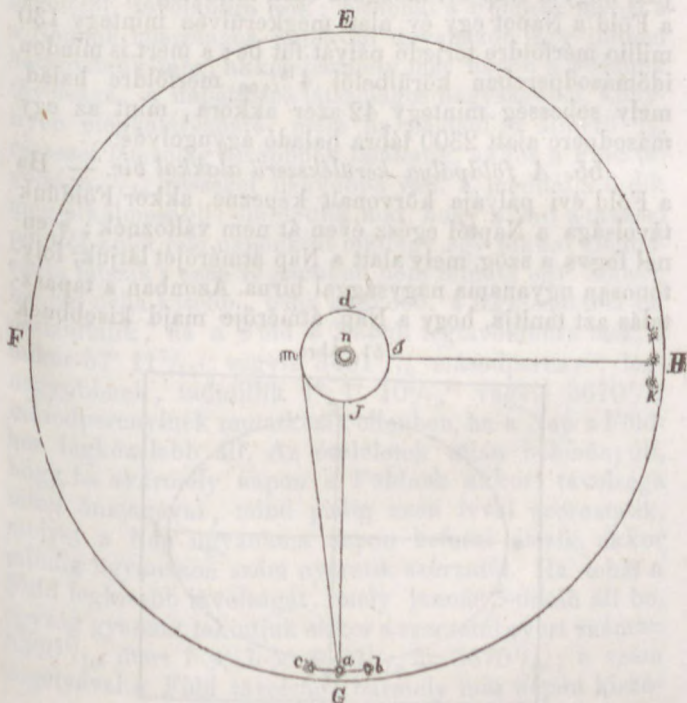
49. Ábra.



lönböztetik. A c és f között elterülő ív, Földünkről észelve, $20^{25}/_{100}$ ívmásodpercnyi szög alatt látszik; e szög *irányferdülési szögnek*, s az állócsillagok eme fénytüneteménye *irányferdülésnek* neveztetik. A 49. ábrában az irányferdülési szög a cdf , mert miután a legközelebbi állócsillagnál is cd százmilliomszor akkora mint dh , a c és f között elterülő ívet d -ben is csak akkorának látjuk mint g -ben. Ha már most oly gdh háromszögöt rajzolunk, melynek ghd szöge derékszög, s gdh szöge $20^{25}/_{100}$ másodpercnyi, akkor a dh oldal a fénynek- és gh a Földnek egy időmásodperc alatt befutott utjait ábrázolja: s e háromszögben dh mintegy 10 ezerszer oly hosszú mint gh ; mivel tehát tudjuk, hogy a fény egy időmásodperc alatt Bradley szerint 41400 mérföldet fut be, nem nehéz kiszámolni azon utat, melyen a Föld egy időmásodperc alatt halad végig, s mely a mondottak nyomán egyenlő $\frac{41400}{10000} = 4^{14}/_{100}$ mérföld; és viszont ha a Földnek egy időmásodperc alatti útja ismeretes, akkor emezt 10 ezerrel szorozván, megtudjuk a fénynek egy időmásodperc alatti útját, vagyis a fény sebességét; s ily uton, tehát a fény irányferdüléséből számolá ki Bradley a fény sebességét, melyet azonban Fizeau, igen észszerű kísérletek nyomán, 42500 mérföldre becsül. — Az irányferdülés tüneteménye különbözik némileg az előbb említettől, ha az állócsillag a földpálya síkjába esik; legyen $EFGH$ (50. ábra) az állatkör, melynek síkjában a $dmjs$ földpálya is foglaltatik; n legyen a Nap, a az irányferdülést mutató állócsillag; d, m, j, s , pontokban legyen a Föld december-, marcius-, június- és szeptemberben. Az ábrából látni, hogy a Föld m mellett haladván, marciusban egyenesen a csillag felé tart, iránya tehát a csillagtól érkező fénysugár irányával ugyanazon vonalba esvén, a fény irányferdülése lehetetlenné válik; ugyanaz történik szeptemberben is, a mikor a Föld s -nél a csillagtól jövő sugár irányában eltávozik; de j -nél (júniusban) és d -nél (decemberben) az aj és ad sugár a Föld

mozgásirányára függőlyesen esik, a mért is a csillag júniusban *b*-nél, decemberben *c*-nél látszik: ellenben, a *H*-nál létező csillag december- és júniusban a maga helyén jelenik meg, de szeptember- és marciusban irány-ferdülést tüntet elő, melynél fogva azonban a csillag már nem kört, hanem csak $40\frac{1}{2}$ ívmásodpernyi *ik* vagy *bc* vonalt egy év alatt bejárni látszik. — Elvégre azon csillagok, melyek sem a földpálya sarkába sem annak síkjába nem esnek, egy év alatt, az irányferdülés következtében oly ferde vonalt

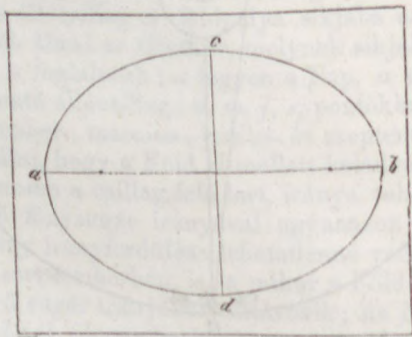
50. Ábra.



bejárni látszanak, mely *kerüléknek* mondatik, s az 51-dik ábrában szemlélhető, hol *ab* és *dc* egyenes vonalok a kerülék *nagy* és *kis* tengelyét alkotják; a nagy tengely *ab* minden csilagra nézve $40\frac{1}{2}$ ívmásodpercnyninek látszik, de a kis tengely *dc* annál kisebb, minél messzebbre esik a csillag a földpálya sarkától. A mondottak nyomán nem nehéz belátni, hogy azon esetben, ha a Föld a Nap körül kering, az irányferdüléssel járó tűnemények mindegyike tökélyesen kielégítőleg megmagyarázható; de ha a Föld nyugvónak vétetik, az irányferdülés teljesen megfejtethetlenné válik. Az itt elősorolt érveknél fogva biztosan állíthatjuk, hogy a Nap évi mozgása csak látszólagos, és hogy a Föld a Napot egy év alatt megkerülvén mintegy 130 millio mérföldre terjedő pályát fut be; a mért is minden időmásodpercben körülbelől $4\frac{14}{100}$ mérföldre halad, mely sebesség mintegy 42-szer akkora, mint az egy másodperc alatt 2300 lábra haladó ágyugolyóé.

55. A földpálya kerülékszerű alakkal bír. — Ha a Föld évi pályája körvonalat képezne, akkor Földünk távolsága a Naptól egész éven át nem változnék; s ennél fogva a szög, mely alatt a Nap átmérőjét látjuk, folytonosan ugyanama nagysággal bírna. Azonban a tapasztalás azt tanítja, hogy a Nap átmérője majd kisebbnek

51. Ábra.



majd nagyobbak látszik; legcsekélyebb értéke $31' 31''$ vagyis 1891 ívmásodpercnyi-, legnagyobb értéke $32' 35\frac{6}{10}''$ vagyis 1955 $\frac{6}{10}$ ívmásodpercnének találtatott: a miből önkint következik, hogy Földünk az első esetben a Naptól legtávolabbra esik, s a második esetben a Naphoz legközelebb áll. E szerint tehát a Föld évi pályája nem köralakú, hanem inkább más természetű ferde vonal, melynek kellő megismerése végett szükséges a Földnek távolát a Naptól teljes éven át naponként meghatározni, mely művelet kétféle uton végbevihető: 1) A köz tapasztalás szerint minden tárgy ugyanazon arányban kevésbbé nagynak látszik, a melyben az, az észlelő szemétől, távolabbra esik; ha tehát a Földnek távolsága a Napnak látszólagos átmérője ugyanazon egy időben határoztatik meg, akkor bármely más napon a Földnek távolsága, a napátmérő látszólagos nagyságából, könnyen meghatározható: mert ha például az átmérő $\frac{1}{30}$ részszel látszólag kisebbnek találtatik, akkor a Föld távolsága $\frac{1}{30}$ részszel nagyobbá vált. E módnál a 2-dik még alkalmasabb: említettük már, hogy a Nap a tavaszi ponttól kelet felé naponként mintegy egy fokkal elelmaradni látszik; ezen ív azonban nem mindig egy foknyi, hanem néha kisebb, néha nagyobb, s legkisebbnek tapasztaltatik, ha a Föld a Naptól legtávolabbra esik, a mikor $57' 11\frac{7}{10}''$ vagyis $3431\frac{7}{10}$ másodpercnyi; legnagyobbnak, tudniillik $1^0 1' 10\frac{1}{10}''$ vagyis $3670\frac{1}{10}$ másodpercnének mutatkozik ellenben, ha a Nap a Földhöz legközelebb áll. Az észleletek útján bebizonyúlt, hogy ha akármely napon a Földnek akkori távolsága mind önmagával, mind pedig azon ívvel szoroztatik, melyet a Nap ugyanama napon befutni látszik, akkor mindig ugyanazon szám nyeretik szorzatúl. Ha tehát a Föld legkisebb távolságát, mely január 3-dikán áll be, egység gyanánt tekintjük akkor a szorzatúl nyert szám = $3670\frac{1}{10}$, mert $1 \times 1 \times 3670\frac{1}{10} = 3670\frac{1}{10}$; e szám segélyével a Föld távolsága bármely más napon kiszá-

mítható, ha tudniillik e szám mindenek előtt azon ív által osztatik, melyet a Nap a kitüzött napon 24 óra alatt befutni látszik; azután pedig keresendő azon szám, mely önmagával szorozva szorzatúl adja ama hányadost, melyet csak imint osztás utján nyertünk. Julius 3-dikán a Nap 24 óra alatt $3431\frac{7}{10}$, marcius 31-dikén $3548\frac{3}{10}$ másodpercnyi ívet fut be; az első esetben tehát $3670\frac{1}{10}$: $3431\frac{7}{10} = 1\frac{694}{10000}$, és mivel $1\frac{341}{10000} \times 1\frac{341}{10000} = 1\frac{694}{10000}$, leend $1\frac{341}{10000}$ a Föld akkori távolsága; a második esetben $3670\frac{1}{10}$: $3548\frac{3}{10} = 1\frac{343}{10000}$, és mivel $1\frac{170}{10000} \times 1\frac{170}{10000} = 1\frac{343}{10000}$, leend $1\frac{170}{10000}$ a Föld távolsága marcius legvégén; vagy ha a Föld legkisebb távolságát a Naptól 10 ezernek vesszük, akkor

Január 3-dikán a Föld távolsága a Naptól = 10000

Julius 3-dikán a " " " = 10341

Marcus 31-dikén a " " " = 10170

Az első legkisebb-, a másik legnagyobb- s a harmadik közepes földtávolságnak neveztetik;

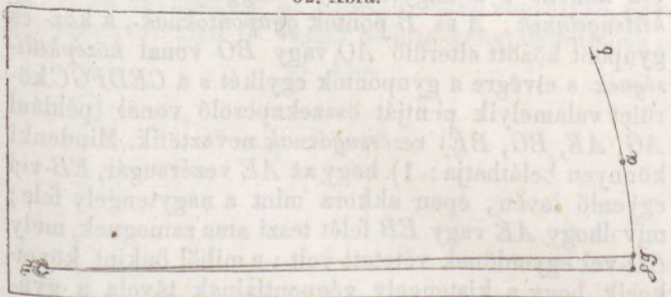
A legkisebbnek valódi értéke 20340000 földrajzi mérföld,

A legnagyobbak " " 21030000 " "

A közepesnek " " 20685000 " "

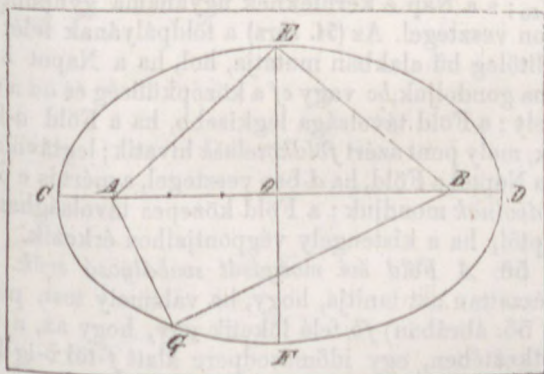
A Föld közepes távolságának nagysága, Humbold Sándor szerint, csak mintegy 90 ezer mérföldig bizonytalan. — Ha már a Föld távolsága a Naptól, ily úton, egy éven át, naponként határozatatik meg, akkor a földpálya minden nehézség nélkül lerajzolható; mert legyen január 3-dikán délben fn (52. ábra) a Föld legkisebb távolsága, akkor a Föld f másnap délben g pontban leend, ha fg a Nap által azon idő alatt látszólag befutott ívet- és ng a Földnek azon napi távolságát a Naptól ábrázolja; 10 nap múlva a Föld a -ban, 20 nap múlva b -ben leend és így tovább; ha már az akkint följelölt pontok egymással összekapcsolatnak, akkor az ily úton keletkezett ferde vonal a Föld évi pályáját ábrázolja. Kiki láthatta közölünk, hogy a kertészek néha, virágágyat készitendők, CD (53. ábra) egyenes vonallal

52. Ábra.



egyenlőleg hosszú zsinetet vevén, emennek két végét két cölöpre erősítik, mely utóbbiak A -és B -nél a Földbe dugvák de úgy, hogy AC egyenlő legyen BD -vel; erre az AEB zsinetet folytonosan feszítő pálca, E pontból D és utóbb C felé huzatván, a CED vékony barázdát hozza létre; ugyanígy állittatik elő a másik oldalon a $CGFD$ barázda is. Az ily módon keletkezett és önmagába visszatérő $CEDFGC$ ferde vonal *kerüléknek* mondatik; a CD vonal *nagy tengelynek*-, ennek végpontjai C és D a kerülék *csúcsainak*-, a nagy tengelyt két egyenlő részre osztó O pont a kerülék *központjának*-, a közpon-

53. Ábra.

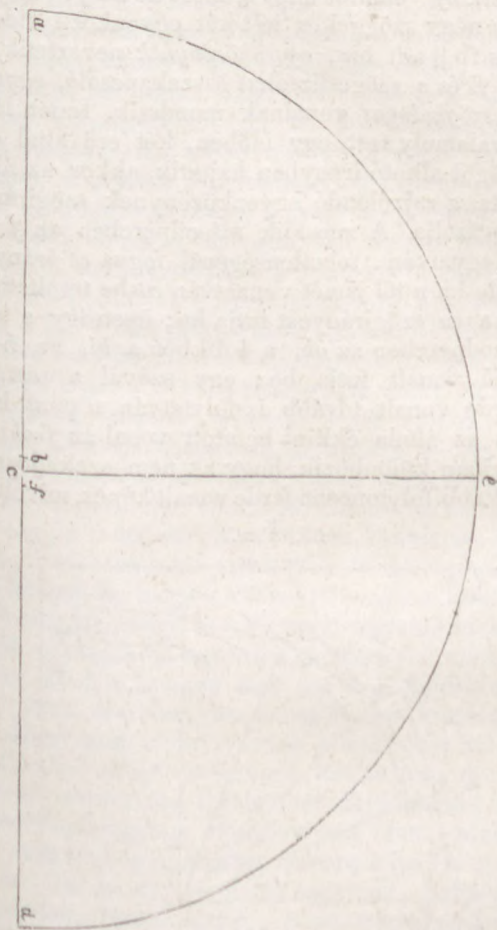


ton átmenő s a nagytengelyre függélyes *EOF* vonal *kistengelynek*, *A* és *B* pontok *gyupontoknak*-, a köz- és gyupont között elterülő *AO* vagy *BO* vonal *középkülsőségnek* s elvégre a gyupontok egyikét s a *CEDFGC* körület valamelyik pontját összekapcsoló vonal (például *AG*, *AE*, *BG*, *BE*) *vezérsugárnak* neveztetik. Mindenki könnyen beláthatja: 1). hogy az *AE* vezérsugár, *EB*-vel egyenlő levén, épen akkora mint a nagytengely fele; mivelhogy *AE* vagy *EB* felét teszi ama zsinegnek, mely *CD*-vel egyenlőnek vétetett volt: a miből önkint következik, hogy a kistengely végpontjainak távolsága a gyupontoktól egyenlő a nagytengely felével. 2). *G* vagy a körület akármely más pontjának két vezérsugara összevéve egyenlő a nagytengelylyel, mert az *AG* és *BG* zsinegrészek együttvéve épen akkorák mint *CD*. 3). A középkülsőség, például *AO*, háromnegyedét teszi a *CO* fél-nagytengelynek, a mit ekkint szokás kifejezni: a középkülsőség $= \frac{3}{4}$; s minél nagyobb a középkülsőség, annál hosszukásabb a kerülék, s az igen csekély középkülséggel bíró kerülék a kör alakjától kevésben különbözik. — Ezek után már nem nehéz megérteni azon állítást, mely szerint Földünk évi pályája oly kerülék, mely nagyban hasonlít a körhöz, miután középkülsége $= \frac{1}{60}$; s a Nap e kerüléknek ugyanama gyupontjában folyton vesztegel. Az (54. ábra) a földpályának felét megközelítőleg hű alakban mutatja, hol, ha a Napot *b* gyupontba gondoljuk, *bc* vagy *cf* a középkülsőség és *ad* a nagytengely; a Föld távolsága legkisebb, ha a Föld *a*-ba érkezik, mely pont azért *földközelnék* hivatik; legtávolabbra esik a Naptól a Föld, ha *d*-ben vesztegel, a mért is e pontot *földtávolnak* mondjuk; a Föld közepes távolságban van a Naptól, ha a kistengely végpontjaihoz érkezik.

56. *A Föld évi mozgását szabályozó erők.* — A természettan azt tanítja, hogy, ha valamely test, például *f* (az 55. ábrában) *fb* felé löketik úgy, hogy az, a lökés következtében, egy időmásodperc alatt *f*-től *b*-ig hatol.

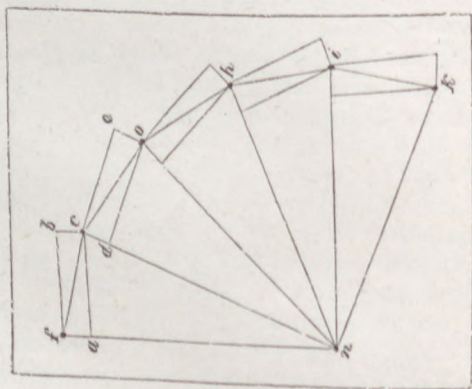
na; és ha ugyanakkor az f test, n testtől vonzatván, egy időmásodperc alatt fa vonalt befutni kénytelenítették:

54. Ábra.



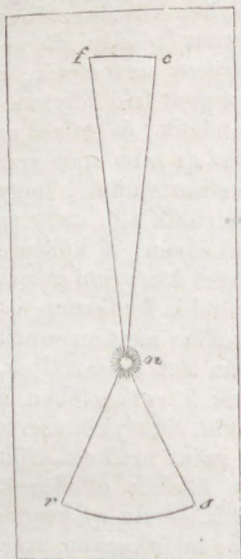
akkor f eme másodpercben az fc vonalt futja be, melynek végpontja c éppen annyival esik alább az f ponttól mint a , mert $bc = af$; de c pont egyszersmind éppen annyira esik af vonaltól mint b , mert $ac = fb$; az $facb$ alak, mely négy szöggel és két két egyenközü oldallal ($fa \parallel bc$ és $fb \parallel ac$) bír, *egyenközéynek* neveztetik, s a szemközti f és c szögcsúcsokat összekapcsoló, egyenes vonal fc , *szögirányos* vonalnak mondatik. Innen látni, hogy, ha valamely test, egy időben, két erő által egymással szögöt alkotó irányban hajtatik, akkor az általa befutott utat a rajzolando egyenközéynek szögirányos vonala ábrázolja. A második másodpercben az f test, magára hagyatván, tehetlenségénél fogva ce irányban haladna, de ha n -től ismét vonzatván cd -be tereltetik, a test ismét a co szögirányost futja be; éppen így e test a 3-dik másodpercben az oh , a 4-dikben a hi , az 5-dikben az ih vonalt futja be; egy szóval a test, az $fcohik$ ferde vonalt tovább is folytatván, n körül kering; s az általa ekkint befutott vonal az $fcohik$ -tól csak annyiban különbözik, hogy az nem szakadozottan hanem inkább folytonosan ferde vonalt képez, mivelhogy

55. Ábra.



a test, n -nek vonzereje által, az egyenes iránytól folytonosan eltereltetik. Azon erő, melynek következtében a test, a pillanatnyi lökés után, egyenes (például fb) vonalban haladni törekszik, *érintői erőnek* neveztetik; a másik, mely az f testet ugyanazon n pont felé folytonosan vonzza, *középre tartó erőnek* mondatik; és mivel ez utóbbi erő hatásának dacára az f test az n -be még sem rohan, szükségképen kell azt következtetnünk, hogy ezen mozgás alkalmával oly erő idéztetik elő, mely az f testet, n ponttól eltávolítani törekedvén, a középre tartó erőt egyensúlyozza, s mely azért *középfutó erőnek* neveztetik. Hogy a középfutó erő minden ferde mozgásnál előáll, arról a parittya is kezeskedik; mert emennek segítségével a követ körben forgatván azt tapasztaljuk, hogy a kö, a középfutó erő hatásának következtében, a parittya zsinégét folytonosan megfeszíti, sőt olykor szerte is szakítja és rohanva tovaillan. Az imint említett erők együttvéve *központi erőknek* s az általuk előidézett mozgás *központi mozgásnak* neveztetik. — Az nf vezérsugár, az első időmásodperc végén nc -be érkezvén, azalatt az fcn területen vonult át, a második időmásodpercben con -, a 3-dikban ohn területen vonult át és így tovább; a tapasztalat, a természet- és mennyiségtan egyiránt tanusítja, hogy a központi mozgás alkalmával azon területek, melyeken a vezérsugár egyenlő idők alatt vonul át, egymásközt egyenlők, s azért $fcn = con = ohn = hin$ stb.; a honnan már azt kell következtetnünk, hogy azon esetben, ha a vezérsugár kisebbül, az egy másodperc alatt befutott ívnek növekednie kell: így az 56. ábrában az nf vezérsugár két akkora mint nr ; ha tehát nfc és nrs oly területeket ábrázolnak, melyeken a vezérsugár egyegy időmásodperc alatt vonul át, akkor rs ív szükségképen kétszer akkora mint fc , mert különben az fcn és nrs területek egyenlő nagyságúak nem lehetnének. Innen látjuk, hogy a központi mozgással haladó test, egy időmásodperc alatt, annál nagyobb utat

56. Ábra.



jár be, vagyis annál sebesebben mozog, minél inkább közeledik a mozgás központjához, melyet az 55. és 56. ábrában az n pont ábrázol. — Ezek után már könnyen megérthető a csillagászok azon, igen is észszerű állítása, mely szerint a Föld évi mozgása a Nap körül központi mozgásnak tekintendő; mindamellett azonban még sem tartjuk egészen fölöslegeseknek az imitt következő észrevételeket: 1). a míg Földünk a földközeltől a földtávol felé tart, azalatt távolsága a Naptól folyton nagyobbodik, s épen azért az általa egyegy nap alatt befutott ív, az előbb mondottak szerint, mindinkább kisebbé válik; az ellenkező tünetmény áll elő, ha a Föld a földtávoltól a földközél felé tart; ekkép törté-

nik tehát, hogy Földünk, a mint már az 55. szám alatt említők, földtávolban legkisebb, a földközélben legnagyobb ívet fut be egy nap alatt. 2). A forgómérleg segítségével kimutatható, hogy az anyag nem csak a közel hanem a távolabb eső testekre is hat vonzólag; e neme a vonzerőnek *nehézségnek* neveztetik; e szerint tehát a Nap roppant tömege vonzólag hat a Földre, s a Napnak eme nehézségi vonzereje, a Föld központi mozgásánál, a középre tartó erő gyanánt tekintendő, mely állításnak szülője és megalapítója a világhírű angol tudós, Newton Izsák vala. 3). A központi mozgásnál okvetetlenül létre vergődő középfutó erő, a Nap vonzerejét egyensúlyozván, a Földet a Napba rohanni nem engedi; a míg tehát Föld a Nap körül kering, mindaddig minden támasztékot biz-

ton nélkülözhet. 4). Az érintői erőre vonatkozólag az imitt következő, Laplace-féle nézet nyújt némi fölvilágosítást.

57. *Laplace nézete naprendszerünk alakulásáról.*

— Távol legyen tőlünk a képtelen ábrándok közé sorolni a természetbuvárok ama véleményét, mely szerint a világtérben a már megidomult égi testeken és leben kívül oly anyagrészecskék is fordulnak elő, melyek a 3. szám alatt mondottak szerint, a világtérbeli ősanyagot képezik, s egymáshoz közelebb kerülván, a kölcsönös vonzás következtében, egy központ körül összese-reglenek és fokonkint megsűrűsödnek. A sűrűsödés természetes következménye az, hogy a sűrűsödő anyagban nagyobb hőmérsék idéztetik elő, mely még nagyobbá válhatik, ha az anyagrészecskék némelyei netalán nagyobb vegyrokonsággal birván, vegyileg egyesülnek; az ekkint keletkezett magasabb hőmérsék eszközölheti elvégre azt, hogy az anyag izzólag világítóvá és roppantul meleg gőztömeggé váljék: így a vas és Földünk egyéb teste is kellőleg melegítettván, borzasztólag forró gőz alakjában jelennek meg. — Ily halmozatban valának eleve, Laplace nézete szerint, a Nap, a Föld s a naprendszer összes bolygói; s ezek mind összevéve egyetlenegy gőztömeget alkotának, melynek félátmérője, a naprendszer legtávolabb bolygóján is túl, messze terjeszkedett; e roppant gőztömeg forgó mozgással birt, s egyszeri megfordulásának ideje hosszabb vala azon időnél, mely alatt a naprendszer legtávolabb bolygója pályáját a Nap körül futja be; a mi naprendszerünk, akkori állapotában, a távol állócsillagokban olyképen mutatkozhatott, a minőknek mi jelenleg a bolygószerű ködöket és ködesillagokat szemléljük, melyekről a csillagászok, a mint már említők, hinni szeretik, hogy azok a világtér messze távolában alakuló naprendszerek gyanánt tekintendők. A naprendszerünket alkotandó gőztömeg, a hideg világtérben lassankint hűvesedván, mindinkább összébb huzódott; s ezen összehuzódás következté-

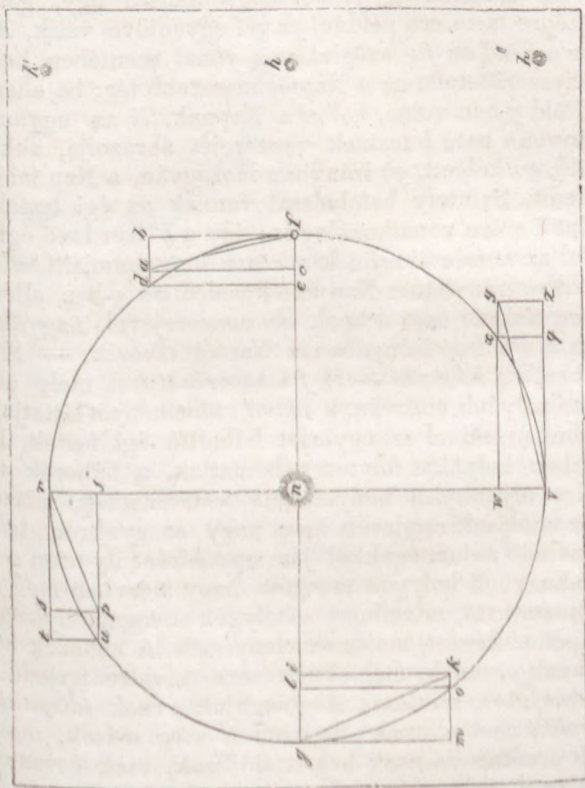
ben, a természettan törvényei szerint, a forgó mozgás sebessége folyton nagyobbá lön, mely sebesség szükségképen a gőzgömb egyenlítőjénél legnagyobb s a sarkoknál legcsekélyebb vala; a forgó mozgásnál a növekedő sebességgel a középfutó erő is nagyobbodik, mely ekkint naprendszerünk gőztömegének egyenlítőjénél igen nagy és sarkainál igen csekély levén azt eszközölé, hogy az összes gőztömeg, a sarkoknál meglapulván, lencseszerű alakot öltött, melynek szélei a folytonos hűlés és növekedő sebesség következtében elvégre oly középfutó erőre vergődtek, mely nagyobb vala a gőztömegnek a központ felé irányzott vonzerejénél; a mért is a lencseszerű gőztömeg szélei, a többi anyagtól elválni kénytelenítettván, a közép tömeg körül gyűrűt alkotának; e gyűrű s a közép tömeg közti hézag, a gőzanyag további hűlése és összehuzódása miatt, mindinkább nagyobbodott. Az eredetileges gőztömegtől elvált gyűrű *elsőrendűnek* nevezhető, mely forgó mozgásából ki nem vetkőzhetett, s ha egész kiterjedtségében egyenlőleg sűrű vala, alakját is megtarthatá; de ha a gyűrű egy vagy több helyére túlnyomólag több anyag szorult, akkor a gyűrű gőztömege szétválni s egy vagy több központ körül helyezkedni kénytelenítettván, egy vagy több különvált gömböt alkotott, melyek *elsőrendű gőzgömböknek* mondathatnak, s melyek a gyűrű mozgását folytatólag, az eredetileges tömeg körül keringeni s egyszersmind, részeiknek össze nem vágó mozgás-sebessége miatt, a tengely körül forogni kezdenek. Az itt részletesebben rajzolt tünetény, az utóbbi hűlés következtében, egymásután többször ujult meg, s az eredetileges gőztömegtől mindannyiszor uj meg uj elsőrendű gyűrűk váltak el, melyekből uj meg uj elsőrendű gömbök keletkeztek, naprendszerünk főbolygóit alkotandók. Ezek szerint tehát a Naptól legtávolabbra eső bolygó az először elvált gyűrűből keletkezett, s a többi bolygó annál későbbi időből való, minél közelebb áll a Naphoz, úgy hogy a Naphoz legközelebb-

bi, a naprendszer bolygóinak legfiatalabbjának tekintendő. Elvégre a központ körül bátramaradt eredetileges tömegből alakult meg a Nap. Egyébiránt minden egyegy elsőrendű gyűrűből csak egyegy főbolygó jött létre; de a bolygódok és lelvénybolygódok seregét illetőleg, vagy már a gyűrű, vagy utóbb a már megidomult nagyobb bolygó igen sok apróbb darabra oszlott. Azonban a gyűrű-elválás tünete az elsőrendű gözgömböknél is mutatkozott; s az ezekből kivált gyűrűket *másodrendűeknek* mondjuk, melyekből a holdakat alkotandó *másodrendű gözgömbök* keletkeztek. Földünkben csak egy, más bolygókból több hold vált ki; de Merkúr-, Venusz-, Marsz- s a bolygódokból semmi hold sem fejlődött. Elvégre megemlítendő még azon eset is, mely egyetlenegy a maga nemében, s mely szerint Szaturnuszban a nyolc hold megalakulása után oly másodrendű gyűrűk álltak elő, melyek szét nem válván ebbeli alakjukat manapon is tüntetik elő, hogy így a naprendszer alakultának fejtegetésénél nekünk mintegy utmutatásul szolgáljanak. A másodrendű gözgömbökből harmadrendű gyűrűk már nem alakultak. Így fejtegeti Laplace naprendszerünk alakulását; s éles belátást tanúsító nézete, habár mindeddig némely nehézségeket teljesen kielégítőleg megoldani szerencsés nem vala, de a naprendszerünkben mutatkozó tünetenyekre nézve nagyobb részt kellő fölvilágosítást nyújt; s ugyancsak 1) a Földnek s általában a bolygóknak tengely körüli forgását és Nap körüli keringését e nézet elég helyesen fejtegeti; szerinte az eredetileges göztömeg forgó mozgása, minden egyéb lökést fölőlegessé tévén, a bolygók keringésénél működő érintői erőnek kútforrásául tekintendő; itt azonban öszintén kell megvallanunk, hogy mindeddig nem teljesedett ama méltányos óhajtás, mely szerint tisztába volna hozandó azon ok is, mely az eredetileges göztömegben a forgó mozgást idézte elő. 2). Az eredetileges göztömegnek lencseszerű meglapulása fölfoghatóvá teszi azon tünetényt, mely szerint a bolygók pályái többnyire ama

keskeny övben foglaltatnak, mely állatövnék neveztetik. 3.) Uranusz holdjait kivéve, az összes bolygók, nyugatról kelet felé tartván, keringő mozgásuk irányára nézve, csodálatosan egyeznek meg; a mi mintegy arra mutatni látszik, hogy ebbeli mozgásukat ugyanazon egy forrásból, tudni illik az eredetileges gőztömeg forgásából, kölcsönözték volt. 4.) A kevesbbé sűrű anyagrészecskék az eredetileges gőztömegben a fölültre emelkedének; a mért is a kezdetben elvált, kevesbbé sűrű gyűrűkből oly bolygók keletkeztek, melyeknek tömötsége, általában véve, csekélyebb a későbbi s a Naphoz közelebb eső bolygók tömötségénél. 5.) A kevesbbé sűrű anyagrészecskék emelkedésének tüneténye a Földünket alkotandó győztömegben is fordult elő; a honnan kielégítőleg megfejtethető Földünknek ama sajátága, mely szerint rétegeinek tömötsége a mélységgel egyiránt növekedik. — 6.) Földünk tömegének, a hűlés következtében, csepfolyóvá vált része, a központ körül gyülekezvén, a Föld hőolvasztott magvát alkotá; melynek legfölsőbb rétege, a hőt legnagyobb mérvben részint kisugározván, részint a fölötte elterülő gőzkörnnyel közölvén, elvégre megszilárdult. Az ekkint keletkezett kéreg, idők folytával vastagodván, a körülzárt hőolvasztott anyagot a hővesztéstől megóvni mindinkább képessé lön olyannyira, miszerint a Föld belsejének legnagyobb része jelenleg is még hőolvasztott halmozatban létezik. E szerint tehát Laplace nézete nagyon alkalmas kellő okát adni ama tüneténynek is, melynél fogva a Föld belsejében, mélyebbre és mélyebbre hatolván, mindinkább magasabb hőmérsékre akadunk. 7.) Ha Földünk, valaha híg lévén, tengelye körül forgott; akkor ugyanazon oknál fogva, mely az eredetileges gőztömeget lencseszerű alakot ölteni kényszeríté, kénytelen vala a Föld is a sarkoknál meglapulni s az egyenlítőnél kidudorodni; e szerint tehát Laplace nézete a Föld jelenleges alakjának is helyes okát adja. 8.) A Saturnusz körül forgó gyűrűk keletkezése csak is ezen nézet szerint magyarázható.

58. *A háborok.* — Minden anyag bir nehézségi vonzerővel: a mért is nem csak a Nap hat vonzólag a Földre s a naprendszer egyéb égi testeire, hanem ezek is viszont a Napot s nem különben egymást is szükségképen vonzzák; e kölcsönös hatás következtében a naprendszer égi testeinél oly mozgási tűnemények hozatnak létre, melyek, a Nap által kizárólag előidézendőkötől né-

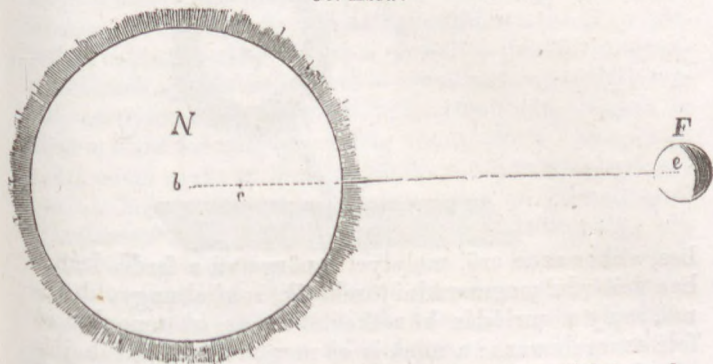
57. Ábra.



mileg eltérven, *háboroknak* neveztetnek. Hogy e háborok természetét illetőleg helyesebb fogalomra vergődjünk, legyen n (57. ábrában) a Nap, f a Föld, $frgv$ a Nap kizárólagos hatásánál fogva bejárandó földpálya, fb az érintői —, fe a középre tartó erő és fd a Föld által egy időmásodperc alatt befutandó ut; ha már most h pontban égi test létezik, mely a Földet fh felé vonzza, akkor ezen erő a középre tartóval ellenirányu levén, emennek egy részét megsemmisíti úgy, hogy a középre tartó erő például fc -vel egyenlővé válik, a mikor a Föld az fa szögirányos vonal mentében haladni kényszerítettén az n Naptól messzebb tér; ha ellenben a Föld g -ben volna, hol gl a Napnak, li az ugyanazon irányban ható h testnek vonzerejét ábrázolja, akkor a Föld, go helyett, gk irányban mozogván, a Nap felé közeledik. Szintoly befolyással vannak az égi testek az érintői erőre vonatkozólag is; így a h' -ban levő égi test által az rt érintői erőnek st része megsemmisítettén, a Föld rp irányban a Nap felé közeledik; v -ben ellenben a vq érintői erő, h'' -nak qz vonzerejével, nagyobbodván, a Föld vy irányában a Naptól távozik. — E példában h a *háborító* — és f a *háborított* test, mely utóbbi $frgv$ pályától eltérven, a háború tüneményét láttatja. — Azonban, mivel az egymást háborító égi testek, hatás közben, helyöket folyton változtatják, a háborok többnyire olyannyira bonyolódott természetűek, miszerint kiszámolásuk rendesen igen nagy és gyakran le sem küzdhető nehézségekkel jár; egyébiránt ily uton a naprendszerbeli bolygók mozgása nagy mérvben meg nem változtatható, mivelhogy a bolygók anyagmennyisége, a Napéhoz képest, majdnem elenyészik. A háborok között vannak olyanok, melyeknek sora, rövidre terjedő időszak mulva, rendesen megmegujul, s ezek *időszaki háboroknak* mondatnak; de vannak meg mások, melyeknek eredménye csak hosszú időszak, csak évszázadok mulva válik szembetűnővé, s melyeknek sora csak évez-

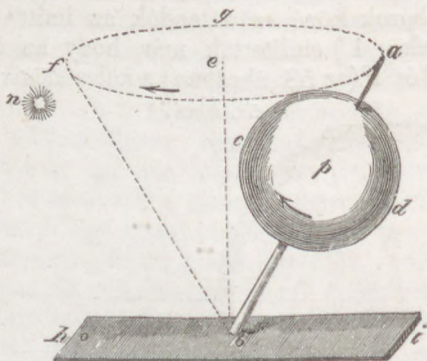
redék után ujul meg; ezek *százados háboroknak* neveztetnek. A háborok közé számítandók az imitt következő tünetmények: 1.) említettük már, hogy az égi testek, például N és F (az 58. ábrában) a kölcsönös vonzás következtében

58. Ábra.



vetkeztében a közös súlypont körül keringeni kénytelenek, mely annyival közelebb esik N -hez, a mennyivel N tömege nagyobb F tömegénél; a mi naprendszerünkre vonatkozólag e közös súlypont a Napba esik, mivelhogy a Nap tömege hasonlíthatlanul (Galle szerint 738-szor) nagyobb a bolygók tömegeinél együttvéve; ha tehát c pontot a naprendszer közös súlypontjának tekintjük, akkor a Nap központja b , mozdulatlanul ugyanama helyen nem vesztegelhetvén, c körül keringeni kénytelen. 2). A Föld, (s illetőleg a többi bolygó is) azon pályától, melyet a Napnak kizárólagos hatásánál fogva bejárni fogna, a bolygók háborító hatásának következtében, majd többé majd kevesbé eltérni kénytelen levén, tökélyes kerülékben nem keringhet. 3.) Ha a p pörgetyű (59. ábra) hi deszkára ferdén állíttatván, pörgő mozgásba hozatik, akkor az ab tengely, a b -nél tapasztalt surlódásnál fogva, folytonosan az eb függélyes vonalba helyezkedni iparkodik, s ha a pörgő mozgás lassabbá válik, eb -be valóban helyezkedik is; de ha a pörgő mozgás igen se-

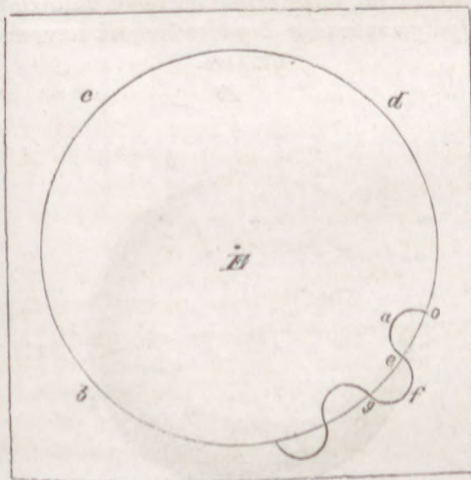
59. Ábra.



bes, akkor azon erő, melylyel a pörgettyű a ferde irányban szilárdul megmaradni törekszik, sokkal nagyobb annál, mely a surlódás következtében az ab tengelyt eb felé szorgalmazza; a mért is ab megtartja ugyan hajlását, de az a pont fogja lassankint e pont körül az afg kört leírni, és pedig az f felé tartó nyíl irányában, ha a pörgettyű a p alatti nyíl irányában forog; mind eme tünetmények akkor sem másulnak meg, ha a hi deszka, melyen a pörgettyű forog, o pont körül keringni kényszerítettetik. A mit a pörgettyűről mondánk, ugyanaz áll a mi Földünkről is, csak hogy a Föld sehol megtámasztva nem lévén, tengelye nem a surlódásnak —, hanem a Nap egyenlőtlen hatályú vonzásának következtében függélyes állásba helyezkedni iparkodik; mert legyen például n (59. ábra) a Nap, akkor a Földnekegyenlítői domborlata c , a Naphoz közelebb esvén, erősebben vonzatik mint d , a honnan szükségképen következik, hogy a földtengely ab az eb vonalba-vagyis a földpályára függélyesen helyezkedni iparkodik; ezt azonban a Földnek a forgó mozgás szülte szilárd állása megakadályozza, s épen azért a földtengely éjszaki sarka, az afg kört bejáró a pont módjára, lassú haladással önmagába visszatérő ferde vonalban mozogni kénytelen;

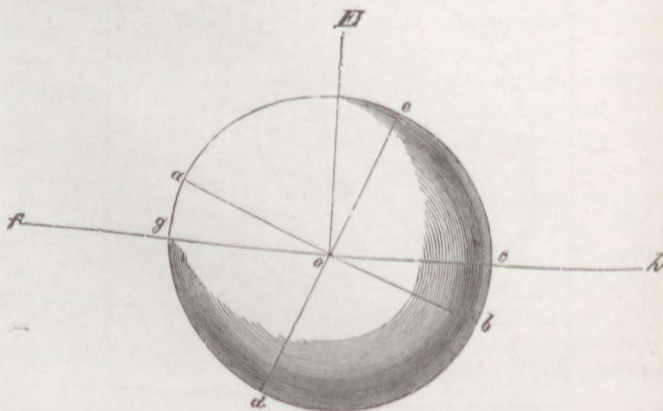
lassú haladással mondjuk, mert egyegy évben csak mintegy 50 ívmásodpercnnyire hatolván, az egész kör bejárására majdnem 26 ezer évet igényel, mely hosszú időköz Plátó nagy évének neveztetett volt. Nem nehéz belátni hogy a mint a földtengely és ennek éjszaki sarka lassankint odább és odább fordul, az egyenlítő is a szerint a földpályát más meg más pontokban metszi; e pontok éjegy-enpontoknak mondatnak s ezek is évenként mintegy 50 ívmásodpercnnyire keletről nyugat felé nyomulván, 26 ezer év alatt a Föld évi pályáján végig vonulnak; e tűneményt, a 30. szám alatt, az éjegy-enpontok előnyomulásának neveztek, mely a már mondottak szerint az állócsillagok elhajlására és egyenes emelkedésére vonatkozólag oly változatokat idéz elő, melyeknél fogva az állócsillagok helyöket látszólag változtatják. Azonban az önmagába visszatérő *abcd* (60. ábra) ferde vonal, melyet a földtengely éjszaki sarka *o*, a földpályára függélyes vonalnak végpontját ábrázoló *E* pont körül, jár be, nem valódi kör; mert az észleletek elegendőleg kimutatták, hogy a

60. Ábra.



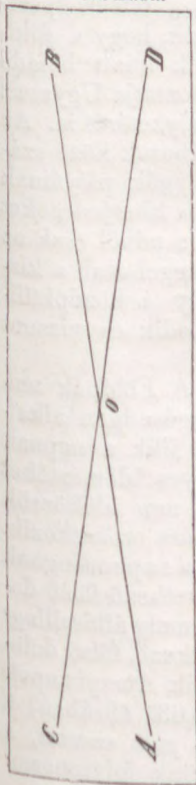
földtengely éjszaki sarka néhány ívmásodperccel majd közelebb esik E -hez, például a -ba, majd távolabb tőle, például f -be; e tűnemény a *földtengely időszaki ingadozásának* neveztetik, s következménye a hold háborító hatásának, melynél fogva a földtengely északi sarka, mintegy minden 18 és fél év alatt, *oeg* helyett a hullámszerűleg hajlongó *oaefg* vonalt járja be. 4.) Tudva van már előttünk, hogy a földgyenlítő ab (61. ábra) az $fgch$ földpályával mintegy 23° és 28 percnyi cob szögöt alkot; eme szög a *földpálya ferdeségének* neveztetik, s a szerint nagyobbá válik, a mint a földtengely, a földpályára függélyes Eo vonaltól távoztván, az och földpálya felé hajlik; az ellenkező esetben a földpálya ferdesége kisebbedik. Innen már most önkint következik, hogy a földtengelynek előbb említett ingadozásai a földpálya ferdeségében néhány ívmásodpercnnyire terjedő s minden 18 és fél év múlva ugyanazon rendben megújuló változatokat idéznek elő; vannak azonban ezeken kívül még mások is, melyeknek sora csak sok évezred múlva ujul meg, s melyeknél fogva a földpálya, a bolygók háborító hatásának következtében, világtérbeli fekvését változtatja; ezeket a *földpálya százados ingadozásainak* nevezhetjük, s

61. Ábra.



ezek eszközlik azt, hogy a földpálya ferdesége, mely 1830-dik évben $23^{\circ} 27' 39^{\frac{29}{100}}$ ívmásodpercnyninek tá-
laltatott, évenként majdnem fél ívmásodpercnnyel kiseb-
bedik; de majd egykor, több évezred után, legkisebb
értékét elérvén, növekedni kezd. Ily módon fogy és növe-
kedik az évezredek folytában a földpálya ferdesége,
mely azonban sem 21 foknyinál kisebbé, sem 28 fok-
nyinál nagyobbá nem válik. 5.) Legyen AB (62. ábra)
a földpályának — és CD más valamely bolygó pályájá-
nak része, akkor az O pont, a mely-
ben ezek egymást átmetszik, *csonó-*
nak neveztetik; minden bolygónak
Nap körüli pályája, a földpályát két
pontban metszvé, két csonót tűn-
tet elő, melyek, a bolygók kölcsö-
nös hatásánál fogva, helyöket lassan-
ként változtatván csekély mérvben
folytonosan odább és odább tolul-
nak. 6) Az AOC szög, melyet a föld-
pálya valamely bolygónak pályájá-
val alkot, *pályahajlásnak* monda-
tik; e pályahajlások, a bolygók há-
borító hatásának következtében, cse-
kélyszerű változatokat folyton tűn-
tetnek elő, melyek azonban bizo-
nyos határok közé szorítvák, melye-
ken túl a pályahajlások sem nagyob-
bakká sem kisebbé nem válhat-
nak. 7) A földpálya középkülségé-
ről azt említők, hogy az mintegy $\frac{1}{60}$
része a fél nagytengelynek; e kö-
zépkülség is a háboroknak alávetve
lévén, jelenleg minden évszázadban
 $\frac{1}{23261}$ részszel kisebbedik, mely
tűnemény azonban csak bizonyos
határig terjed, melyen túl a közep-

62. Ábra.

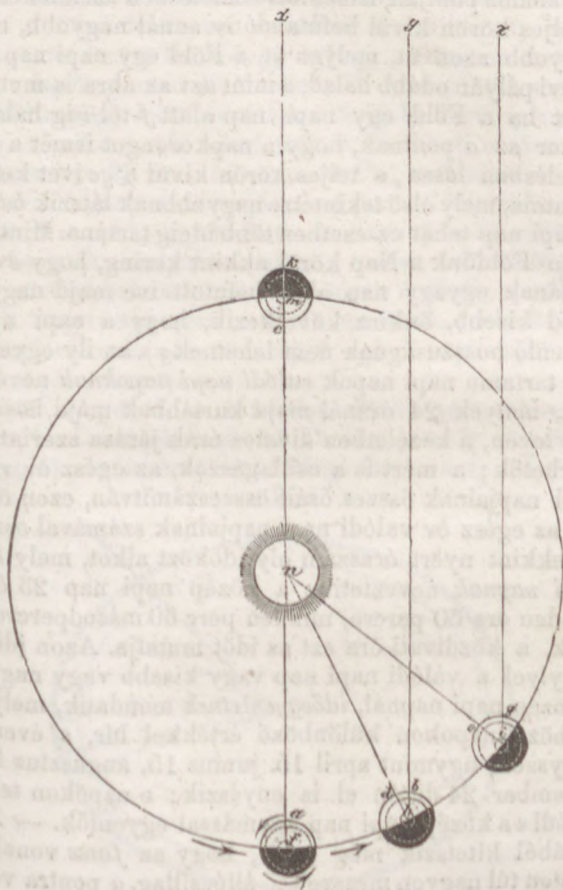


küliség növekedni fog, hogy több évezred múlva legnagyobb értékét elérvén ismét kisebbedjék. — Hasonló változatokat mutatnak a többi bolygók pályáinak középküliségei is; csak hogy ezek jelenleg Merkur-, Mars- és Jupiternél növekedőben, Venusz-, Saturnusz és Uranusznál fogyóban vannak. 8) 1800-dik évben Kr. után a földközelpont látszólagos távolsága a tavaszi éjegyenponttól, vagyis rövidebben szólva a *földközelpont hosszúsága* 99 fok-, 30 percz-, és 5 másodpercenyi vala; ez azonban minden évben $61\frac{47}{100}$ ívmásodperccel növekedik, a miből önkint következik, hogy a földpálya nagytengelye, a háborító hatások miatt haladó mozgással bírván, helyét folytonosan változtatja. Ugyanaz áll a többi bolygók nagytengelyeinek helyzetéről is. Az utoljára elősorolt öt háború a százados háborúk közé számítandó. A mint előbb mondók, a bolygók pályáinak nagytengelyei helyöket változtatják; de kiterjedéseket folytonosan változatlanul tartják meg; a miből csak az következik, hogy a változó középküliséggel csak a kis-tengelyek kiterjedése változhatik, mely a középküliség növekedtével szükségképen kisebbedik és viszont amannak fogytával növekedik.

59. *A napnak nevezett időköz.* — A Földnek tengely körüli forgása és Nap körüli keringése igen alkalmas az időszámításra, a mennyire tudni illik a napnak és évnél nevezett időközök elég helyes időmértéket nyújtanak. Szóljunk mindenk előtt a nap-időközről, mely a Földnek tengely körüli forgására vonatkozik. *Napi napnak* mondjuk azon időt, mely a napkorongnak egyik felső delelésétől a közvetlenül következő felső deleléseig foly le; s azon időköz mely valamely állócsillagnak két, egymás után közvetlenül következő, felső delelése közt foly le, *csillagnapnak* neveztetik. A napi napok nem egyenlő időközök; mert legyen n (63. ábrában) a Nap, f a Föld, melynek a pontjában, a rajz szerint, a napkorong delel; ha már a mi Földünk folytonosan

ugyanama helyen vesztegelvén csak a tengely körül forogna, akkor mindegyik napi nap annyi ideig tartana, a mennyi szükséges, hogy a Földnek bármely pontja, például a , teljes kört fusson be; ezen esetben tehát minden

63. Ábra.

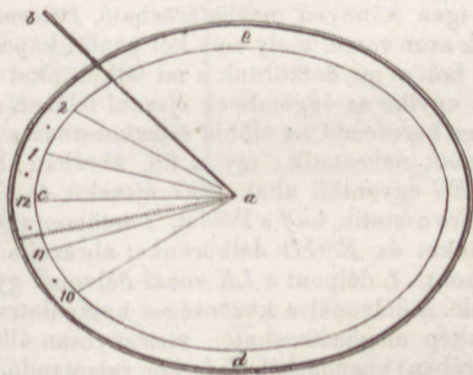


napi nap egyenlőleg hosszú volna. Azonban a Föld a Nap körül is kering, s tegyük föl, hogy a Föld központja egy napi nap alatt f -től h -ig hatol, akkor az a pont, a teljes kör befutása után, b pontba érkezik, melyen túl még a bd ív bejárandó, hogy a napkorong n , a Föld ugyanama pontján, ismét felső delelésben szemléltessék; a teljes körön kívül befutandó ív annál nagyobb, minél nagyobb azon út, melyen át a Föld egy napi nap alatt az évi pályán odább halad, a mint azt az ábra is mutatja; mert ha a Föld egy napi nap alatt f -től i -ig haladna, akkor az a pontnak, hogy a napkorongot ismét a felső delelésben lássa, a teljes körön kívül a ge ívet kellene befutnia, mely első tekintetre nagyobbnak látszik bd -nél; a napi nap tehát ez esetben több ideig tartana. Minthogy a mi Földünk a Nap körül akkint kering, hogy évi pályájának egyegy nap alatt befutott íve majd nagyobb majd kisebb, önkint következik, hogy a napi napok egyenlő hosszúságuk nem lehetnek; s az ily egyenlőtlen tartamu napi napok *valódi napi napoknak* neveztetnek, melyek 24 óránál majd kurtábbak majd hosszabbak lévén, a közéletben divatos órák járása szerint nem mérhetők; a mért is a csillagászok, az egész év valódi napi napjainak összes óráit összeszámitván, ezen összeget az egész év valódi napi napjainak számával oszták; az ekkint nyert óraszám oly időközöt alkot, mely *közép napi napnak* neveztetik; a közép napi nap 23 órára, minden óra 60 percre, minden perc 60 másodpercre osztatik, a közdivati óra ezt az időt mutatja. Azon időköz, melylyel a valódi napi nap vagy kisebb vagy nagyobb a közép napi napnál, *időegyenletnek* mondatik, mely különböző napokon különböző értékkel bír, s évenként négyszer, ugymint april 15. junius 15. augusztus 31 és december 24-dikén el is enyészik; e napokon tehát a valódi s a közép napi nap egymással egyenlők. — A 63. ábrából kitetszik még az is, hogy az *fanx* vonalba x ponton túl nagyon messze eső állócsillag, a pontra vonat-

kozólag, az n Nappal együtt van a felső delelésben; ha már a Föld központja f , h -ba érkezik, akkor a h pontot s az előbb említett állócsillagot összekapcsoló hy vonal, a csillag roppant távolsága miatt, látszólag egyenközű az fx vonallal; a mért is az a pontban észlelő, a Föld teljes megfordulta után, b -be érkezvén, az állócsillagot ismét a felső delelésben szemléli; s a csillagnap ekkor végét érte. Innen látni, hogy egyegy csillagnap tartama észrevehetőleg nem különbözhetik azon időtől, melyet a Föld egyegy megfordulásra a tengely körül igényel s mely, a miként már mondtunk, a közdivati műóra szerint számítva 23 óra-, 56 perc- és $4\frac{9}{10}$ másodpercre terjed; a csillagnap tehát majdnem 4 perccel kurtább a közép napi napnál; egyébiránt a csillagnap is 24 csillagórára osztatik, melyek azonban, a mint már említettük volt, rövidebbek a közdivati műórák óráinál; a csillagnapok idejét sajátyszerű műórák mutatják, melyek csillagi műóráknak neveztetnek. A valódi napi napok idejét a napóra mutatja.

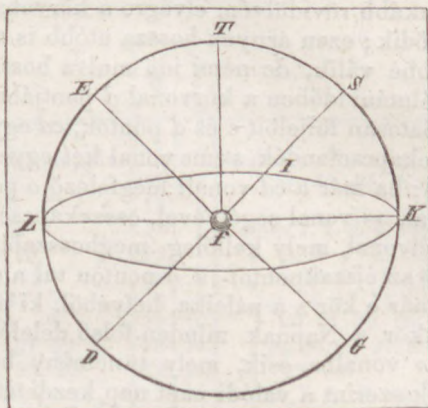
60. *Napórák.* — A napóra előállítására szükséges az árnyékot vető pálca ab (64. ábrában), mely *mutatónak* neveztetik, és az árnyékot fölfogó lemez ecd , melyre az

64. Ábra.

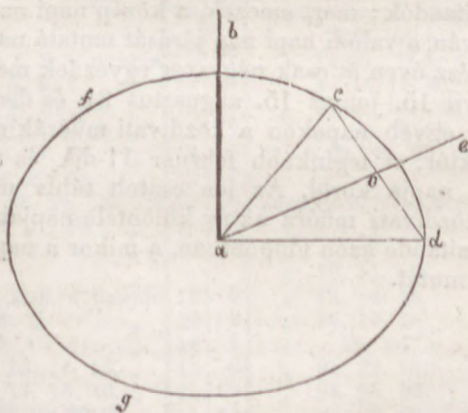


órákat jelentő számok is kellőleg följelölendők; a mutató a lemezre akkint van alkalmazva, hogy a *bac* szög épen annyi foknyi legyen, mint ama helynek földrajzi szélessége, melyen a napóra fölállítandó. Ha már az árnyéket fölfogó lemez vizirányos állásba hozatván akkint fordíttatik, hogy az *a* pont délnek, *b* pedig éjszagnak aljon, akkor a mutató fekvése egyenközü a földtengelylyel; s a hányszor a napkorong a felső delelést éri, mindannyiszor a mutató árnyéka *ac* vonalra esik, melynek végpontján a déli 12 órát jelentő szám áll; de a mint a Föld forgásának következtében a napot más meg más helyen szemléljük, a szerint a mutató árnyéka is a lemeznek más és más részére esvén, a följelölt számokat egymásután éri, s e számok a valódi napi nap óráit mutatják; az ily napórák *vizirányos napóráknak* mondatnak. De az árnyéket fölfogó lemez tetőirányos helyzetbe is állítható, a mikor a napóra *tetőirányosnak* neveztetik, s ennek előállítása jóval több nehézséggel jár. — A valódi napi nap óráinak meghatározása végett, *Eble óramutatója* a közhasználatra leginkább ajánlható, mely Engler Rudolfnál Ellwangenben, az utasító tudósítással együtt, mintegy 5 vagy 6 osztrák forinton kapható. — Egyébiránt a Nap felső delelésének időpontja a délvonal segítségével igen könnyen meghatározható. *Délvonalnak* neveztetik azon vonal, mely ama két pontot kapcsolja össze, a hol a mi délkörünk a mi látkörünket metszi; e pontok egyike az éggömbnek éjszaki felében s a másik a déliben keresendő, az előbbi *éjszakupontnak* s az utóbbi *délpontnak* neveztetik; így a 65. ábrában, hol az éggömb, *EG* egyenlítő által, *ESG* éjszaki- és *GDE* déli félgömbre osztatik, ha *f* a Földet, *T* tetőpontunkat, *IKLI* látkörünket és *ESGD* délkörünket ábrázolja, akkor *K* éjszakupont, *L* délpont s *LK* vonal délvonal gyanánt tekintendő. A délvonal a közönséges használatra könnyedén ekkép meghatározható: vizirányosan álló sikra, *a* (66. ábrában) központból, *fedg* kör rajzolando, melynek

65. Ábra.



66. Ábra.



központjába a kör átmérőjénél valamivel rövidebb pálcika ab a síkra függélyesen állíttatik; e pálcika árnyéka a Nap keltekor a kör átmérőjénél hosszabb, de lassankint mindinkább rövidülvén, elvégre a körvonal c pontjában végződik; ezen árnyék hossza utóbb is még folyton rövidebbé válik, de némi idő múlva hosszabbodni kezdvén, délutáni időben a körvonal d pontjában végződik; a szabatosan följelölt c és d pontok, cd egyenes vonallal, összekapcsolandók, s eme vonal két egyenlő részre osztandó; ha már a cd vonalt megfelelő o pont a kör központjával, oa vonal segítségével, összekapcsoltatik, leendő ao a délvonal, mely kellőleg meghosszabíttatván, e ponton túl az éjszakupontot- s a ponton túl a délpontot érné. Ha már e kör s a pálcika, helyéből, ki nem mozgíttatik, akkor a Napnak minden felső delelésekor, ab árnyéka ao vonalba esik, mely tűnemény beállása a csillagászok szerint a valódi napi nap kezdetét mutatja, de a közéletben ezen időpont a valódi napi nap 12-dik órájának vétetik. Azonban ezen időpont beállásakor a közdivati műórák 12 órára az egész éven át csak négyszer igazítandók; mert emezek, a közép napi nap járását mutatván, a valódi napi nap járását mutató napórákkal az egész éven át csak négyszer egyeznek meg, úgy mint: april 15. junius 15. augusztus 31. és december 24-dikén; egyéb napokon a közdivati műórák elűtnék a napóráktól, el leginkább február 11-dik és november 2-dik napja körül. Az ide csatolt tábla mutatja, hogy a közdivati műóra az év különféle napjain hány órára igazítandó azon időpontban, a mikor a napóra tizenkettőt mutat.

Időegyenleti tábla.

Ha a napóra tizenkettőt mutat, a közdivati műóra mutasson :

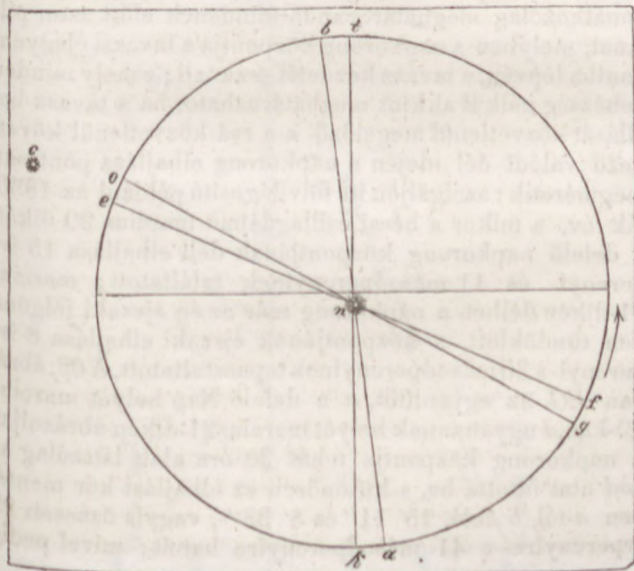
		órát	percet			órát	percet
Január	1. napján	12	3	Május 1-től 28-ig		11	56
"	2. 3. "	12	4	" 29. 30. 31. napján		11	57
"	4. 5. "	12	5				
"	6. 7. "	12	6	Junius 1. 2. 3. 4. napján		11	57
"	8. 9. 10. "	12	7	" 5. 6. 7. 8. 9. "		11	58
"	11. 12. "	12	8	" 10. 11. 12. 13. 14. "		11	59
"	13. 14. 15. "	12	9	" 15. 16. 17. 18. 19. "		12	0
"	16. 17. 18. "	12	10	" 20. 21. 22. 23. "		12	1
"	19. 20. 21. 22. "	12	11	" 24. 25. 26. 27. 28. "		12	2
"	23. 24. 25. 26. "	12	12	" 29. 30. "		12	3
"	27. 28. 29. 30. 31. "	12	13	Julius 1. 2. 3. napján		12	3
				" 4. 5. 6. 7. 8. 9. "		12	4
Február	1. napján	12	13	" 10. 11. 12. 13. 14. "		12	5
"	2-től 19-ikig	12	14	" 15. 16. 17. 18. 19. "		12	6
"	20-tól 26-ikig	12	13				
"	27. 28.	12	12	Augusztus 1. napján		12	6
				" 2-től 10. 11. "		12	5
Marcius	1. 2. 3. napján	12	12	" 11-től 16-ig "		12	4
"	4. 5. 6. 7. "	12	11	" 17. 18. 19. 20. "		12	3
"	8. 9. 10. 11. "	12	10	" 21. 22. 23. 24. "		12	2
"	12. 13. 14. 15. "	12	9	" 25. 26. 27. 28. "		12	1
"	16. 17. 18. "	12	8	" 29. 30. 31. "		12	0
"	19. 20. 21. "	12	7				
"	22. 23. 24. 25. "	12	6	Szeptemb. 1. 2. 3. napján		11	59
"	26. 27. 28. "	12	5	" 4. 5. 6. "		11	58
"	29. 30. 31. "	12	4	" 7. 8. 9. "		11	57
				" 10. 11. 12. "		11	56
Április	1. 2. 3. 4. napján	12	3	" 13. 14. 15. "		11	55
"	5. 6. 7. "	12	2	" 16. 17. 18. "		11	54
"	8. 9. 10. 11. "	12	1	" 19. 20. "		11	53
"	12. 13. 14. 15. "	12	0	" 21. 22. 23. "		11	52
"	16. 17. 18. 19. "	11	59	" 24. 25. 26. "		11	51
"	20. 21. 22. 23. 24. "	11	58	" 27. 28. 29. "		11	50
"	25. 26. 27. 28. 29. 30. "	11	57	" 30. "		11	49

Oktober 1. 2. 3. napján	11	49	December 1. 2. napján	11	49
" 4. 5. 6. "	11	48	" 3. 4. 5. "	11	50
" 7. 8. 9. 10. "	11	47	" 6. 7. "	11	51
" 11. 12. 13. 14. "	11	46	" 8. 9. "	11	52
" 15. 16. 17. 18. 19. "	11	45	" 10. 11. "	11	53
" 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. "	11	44	" 12. 13. 14. "	11	54
" 27. 28. 29. 30. 31. "	11	43	" 15. 16. "	11	55
November 1-től 9-ig	11	43	" 17. 18. "	11	56
" 10-től 16-ig	11	44	" 19. 20. "	11	57
" 17. 18. 19. 20. "	11	45	" 21. 22. "	11	58
" 21. 22. 23. 24. "	11	46	" 23. 24. "	11	59
" 25. 26. 27. "	11	47	" 25. 26. "	12	0
" 28. 29. 30. "	11	48	" 27. 28. "	12	1
			" 29. 30. "	12	2
			" 31. "	12	3

61. Az évnek nevezett időköz. — A földnek Nap körüli keringése alkalmi okul szolgált azon időmérték megalapítására, melyet évnek nevezünk, s melynek három német ismerjük, mert van *fodulati*, *csillagzati* és *eltérési* év. — Legyen *f* (67. ábra) a földpályának azon pontja, melyben a Föld a tavasz beálltának pillanatában létezik, akkor mi a Napot *e* tavaszi éjegyenpontban szemléljük, mely pont, a mint már említve volt, a Föld keringésével ellenkező irányban évenként mintegy 50 ívmásodperccel nyomul odább, a mért is egy év múlva például *o* pontba esik; a Föld tehát, mielőtt az egész *ftek*gf évi pályát futná be, a Napot már *g* pontból az *o* éjegyenpontban láttatja; azon idő, mely szükséges, hogy a Föld *f* ponttól az *e* mellé rajzolt nyíl irányában *g*-ig érkezék, vagyis azon idő, mely az egyik tavasz beállításától a közvetlenül következő tavasz beálltáig foly le, *fodulati évnek* neveztetik, mely középleg véve 365 napot, 5 órát, 48 percet és 46 másodpercet tartalmaz; azonban a tavaszi éjegyenpont előnyomulása némely évben kisebb,

másban meg nagyobb az 50 ívmásodpercnél, miből önként következik, hogy a fordulati év is szükségképen majd hosszabb, majd kurtább. — Mikor a Föld a tavasz kezdetének pillanatában f pontban vala, a Nap és c csillag (67. ábrában) együtt deleltek; de a rá következő tavasz beállta után a Földnek a g ponton túl még f íghatolnia, vagyis az egész évi pályát bejárnia kellett, hogy a Nap és c csillag ismét együtt delelni szemléltessenek; azon idő, mely e közben folyt le, vagyis azon idő, mely szükséges, hogy a Föld az évi pályát teljesen befussa, csillagzati évnék neveztetik, mely mindig egyenlő a fordulati évnél mindig hosszabb lévén 365^{u} -, 6^{o} -, 9^{1} - és $10^{\frac{75}{100}}$ időmásodpercig tart. — A háboroknál említettük, hogy a földközeli k tavaszi éjgyenponttól évenként mintegy 61 ívmásodpercre távozik; a mig tehát a tavaszi éjgyenpont $é$ -től o -ig mintegy 50 ívmá-

67. Ábra.

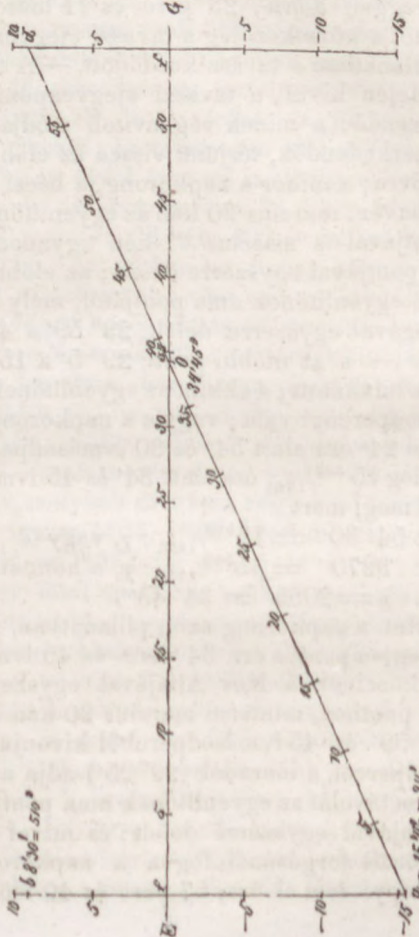


sodpercre nyomul, az alatt a földközelnék ellenkező irányban mintegy 11 ívmásodpercnnyire, például k -tól a -ig, kell eltérnie. Legyen már a Föld a k földközelnében; mire amaz e k pontba újlag visszakerül, a földközeln az alatt a -ba tért el; a Föld tehát az egyszeri keringésen kívül még a ka ívet kénytelen befutni, hogy ismét a földközelnbe érkezhessék; azon idő, mely szükséges, hogy Földünk a földközelnből kiindulván ismét a földközelnbe érkezzék, *eltérési évnék* neveztetik, mely a csillagzati évnél mintegy $5\frac{1}{4}$ időperccel hosszabbnak tapasztaltatik.

62. *A tavaszi éjegyenpont meghatározása.* — Az év tartamának meghatározásánál legfőbb szerepet játszik a tavaszi éjegyenpont, mely igen nagy fontosságú azon tekintetben is, hogy az, a mint már e munka elején mondtuk, a csillagok egyenes emelkedésének méregetésénél kiindulási pontul szolgál. — A tavaszi éjegyenpontra vonatkozólag meghatározandó mindenek előtt azon pillanat, melyben a napkorong központja a tavaszi éjegyenpontba lépván, a tavasz kezdetét eszközli; s mely minden nehézség nélkül akkint meghatározható, ha a tavasz beállását közvetlenül megelőző- s a reá közvetlenül következő valódi dél idején a napkorong elhajlása pontosan megméri: szolgáljon itt fölvilágosító példaul az 1830-dik év, a mikor a bécsi csillagdában marcius 20-dikán a delelő napkorong központjának déli elhajlása 15 ívpercnnyel és 11 másodpercnnyel találtatott; marcius 21-dikén délben a napkorong már az ég éjszaki félgömbben tündöklött, s központjának éjszaki elhajlása 8 ívpercnnyel s 30 másodpercnnyel tapasztaltatott. A 68. ábrában EG az egyenlítőt, a a delelő Nap helyét marcius 20-kán, d ugyanannak helyét marcius 21-dikén ábrázolja; a napkorong központja tehát 20 óra alatt látszólag az aod utat futotta be, s különösen az elhajlási kör mentében a -tól b felé, $15' 11''$ és $8' 38''$ -, vagyis összesen 23 ívpercnnyire s 41 másodpercnnyire hatolt; mivel pedig

a Napnak eme látszólagos mozgása majdnem teljesen egyenletesnek vehető, az egyszerű egyarány segítségével önkint kiviláglik, hogy a napkorong, mely március 20-kán déli 12 órakor (a napóra szerint α -ban látszott, az

63. Ábra.



egyenlítőbe csak $15^{549}/_{1421}$ óra múlva vergődött; mert

$$23' 41'' : 246 = 15' 11'' : \chi, \text{ vagy}$$

$$1421'' : 246 = 911'' : \chi, \text{ és innen}$$

$$\chi = 15^{549}/_{1421} = 156' 23' 11''$$

A napkorong központja tehát 1830-dik évben marcius 21-dikén reggeli 3-óra-, 23 perc- és 11 másodperckor az egyenlítőt s következőleg a tavaszi éjegyypontot is érte, s e pillanatban a tavasz kezdődött. — A tavasz beálltának idején kívül, a tavaszi éjegyypont helye is meghatározandó: a minek végbeviteli módjával kellőleg megismerkedendők, térjünk vissza az előbb említett 1830-dik évre; a mikor a napkorong, a bécsi csillagdában észleltetvén, marcius 20 kán az egyenlítőnek *E* melletti *f* pontjával s marcius 21-kén ugyanemennek *G* melletti *f* pontjával egyszerre delelt; az előbbi pont távolsága az egyenlítőnek ama pontjától, mely a Kosnak Alfa csillagával egyszerre delelt, $29^{\circ} 59'$ s 45 másodpercnyninek — s az utóbbi ponté $29^{\circ} 5'$ a 15 ívmásodpercnyninek találtatott; s ekkint az egyenlítőnek *ff* íve $54'$ és 30 másodpercnyi vala; vagyis a napkorong egyenes emelkedése 24 óra alatt $54'$ és 30 ívmásodperccel — s következőleg $15^{549}/_{1421}$ óra alatt $34'$ és 45 ívmásodperccel másult meg, mert

$$240 : 54' 30'' = 15^{549}/_{1421} : \chi, \text{ vagy}$$

$$240 : 3270'' = 15^{549}/_{1421} : \chi, \text{ a honnan}$$

$$\chi = 2085'' = 34' 45''.$$

Ezek szerint a napkorong azon pillanatban, melyben a tavaszi éjegyypontba ért, 34 perc- és 45 ívmásodperccel esett közelebb a Kos Alfájával egyszerre delelő egyenlítői ponthoz, mintsem marcius 20-kán délben, ha tehát $29^{\circ} 59'$ és 45 ívmásodpercből kivonjuk a $34'$ és 45 ívmásodpercet, a maradék ($29^{\circ} 25'$) adja az o tavaszi éjegyypont távolát az egyenlítőnek ama pontjától, mely a Kos Alfájával egyszerre delelt; és mivel a Földnek tengely körüli forgásánál fogva a napkorong a 29° és 25 percnyi ívet 1 óra, 57 perc és 40 időmásodperc

alatt befutni látszik: önkint következik, hogy 1830-dik évben a tavaszi éjgyenpont az egyenlítőnek ama pontjára esett, mely 1 óra-, 57 perc- és 40 időmásodperccel későbbben delelt, mintsem a Kosnak Alfa csillaga.

63. *A naptárak.* — A naptárak az év folyamának kimutatására szánvák. Egyiptom régi lakói naptáraikban minden egyegy évre csak 365 napot számítottak; pedig a közép fordulati év eme napokon kívül még 5 órát, 48 percet s 46 másodpercet tartalmaz, mely idő négy év alatt mintegy 23 és $\frac{1}{4}$ órára, vagyis majdnem egész napra növekszik; ha tehát ezen időt, a régi egiptomiak módja szerint, évről évre mi is elhanyagolnók, akkor a tavasz, mely az idén marcius 21-dikén kezdődik, négy év múlva marcius 22-kén, 400 év múlva junius legvégén- és 1000 év múlva november közepe táján állna be. E baj mutatkozott a régi egiptomiaknál is, s ennek elhárítása végett Róma hatalmas kényura, Juliusz Cezar, 45-dik évben Krisztus előtt a naptárt akkint javíttatá meg, hogy minden évre, háromszor egymás után, 365. nap (vagyis 52 hét és 1 nap) és minden negyedik évre 366 nap számíttassék; a 365. napos év *közönségesnek* s a 366 napos *szökő évnék* neveztetett; szökő évnék tekintendő minden év, melynek évszáma négy által maradék nélkül osztható: így az 1861. 1862. 1863-dik év csak közönséges év, de az 1864-dik szökő év leend, mert e szám 1864 négy által maradék nélkül osztható; a szökő év szám fölötti napja, vagyis a szökő nap februárba illesztetik, e hónap tehát közönséges évben 28 napot s a szökő évben 29-et tartalmaz, a Juliusz Cezar rendelete szerint szerkesztett naptár *ó naptárnak* neveztetik. — Az ó naptár szerint a szökő év 366 naposnak vétetik, pedig valódi tartama, a mint az előbb mondottakból kitűnik, majdnem $\frac{3}{4}$ órával kurtább; ekkint tehát az ó naptár szerinti, 400 évre terjedő időszak mintegy 3 nappal hosszabb a valódilag lefolyt időnél; a honnan önkint következik, hogy a jelenleg marcius 21-kén beálló tavasz,

400 év múlva az ó naptár szerint már március 18-kán állna be. E hiba leginkább a husvétvasárnapi idő megalapításánál mutatkozott; ugyanis a niceai zsinat szent atyái, 325-dik évben Krisztus után, azt határozták, hogy a husvét mindenkor a legelső vasárnapon ünnepeltessék a holdnak azon tölte után, mely a tavasz kezdetére közvetlenül következik; s ime a tavasz, melynek kezdete 325-dik évben március 21-kére esett vala, 1582-dik évben március 11-ikén állt be; a mi alkalmi okul szolgált arra, hogy a naptár 13-dik Gergely pápa meghagyásából új vizsgálat alá vétetett, melynek következtében az 1582-dik évből 10 nap küszöböltetett ki úgy, hogy az akkori október 4-dike után közvetlenül október 15-dike következett; s ezen alkalommal meghagyatott egyszermind az is, hogy az ugynevezett százados évek, ugyanmint az 1700. 1800. 1900. 2000-dik stb, melyek különben szökő évek volnának, ilyeknek csak akkor tekintsenek, ha évszámuk 400 által maradék nélkül osztható: e szerint tehát az 1600-dik év szökő vala és ilyen leendő a 2000 dik is, de az 1700. 1800. 1900-dik nem szökő évek; az ekkint rendezett naptár *új naptárnak* mondatik, melynek minden 400 éve a valódilag leolylt időnél már csak mintegy 3 órával hosszabb levén, minden 3200 év múlva csekélyszerűbb igazítást vesz igénybe. Az új naptárt a keresztény világ általában elfogadá, de a nem egyesült görögök jelenleg is még az ó naptárral élvén, a tavasz kezdetét március 5-kén ülik, az új naptár követői e napot március 21-dikének mondják. — E helyen alkalmoszerűleg megemlíthető, hogy azon számok, melyekkel az ó naptárban a hónapok napjai jelöltetnek, minden 28 év múlva, az egész éven át a hétnek ugyanazon napjaira esnek; így az 1861-dik évben az ó naptár szerint január 1-je vasárnapra, február 15-ke szerdára, március 30 ka csütörtökre esik stb. stb. ugyanígy vala ez 1833-dik évben és ugyanígy leendő 1889-dik évben is. E 28 évre terjedő időköz *napkörnek* mondatik, mely 9-

dik évben Krisztus előtt, akkint alapítatott meg, hogy ezen év az első napkörnek első éve gyanánt tekintendő; az 1861-dik év tehát a 67-dik napkörnek 22-dik éve, a mi könnyű szerrel imígy kiszámolható: a kérdésben forgó évszámhoz a Krisztus előtt lefolyt 9 év hozzáadván, az ekkint nyert összeg huszonnyolcal osztandó; s akkor a hányadoskép nyert egész szám a lefolyt napkörök számát- s az osztás maradéka a folyó napkör évszámát adja; így az 1526-dik év az 55-dik napkörnek 23-dik éve vala, mert $1626 \div 9 = 180$, és $180 \cdot 9 = 1620$, $1626 - 1620 = 6$; az 1862-dik év a 67-dik napkörnek 13-dik éve leend, mert $\frac{1862+9}{28} = 66\frac{23}{28}$. Innen látni, hogy 1526-

dik évben a hónapok napjait jelentő számok a hétnek ugyan azon napjaira estek, a melyekre azok 1862-dik évben az ó naptár szerint esni fognak; úgyde 1862-dik évben augusztus 29-dike az említett naptár szerint szerdára fog esni: szerdára esett tehát az 1526-dik évi augusztus 29-dike is, mely napon őseink Mohács térein a halál csatáját vívták; „hős vértől pirosult gyásztér, sóhajtvá köszöntlek!” — Az új naptárban, az 1582-dik évben kitörölt tíz nap- s a százados éveknél a szökő évek sorából való kiküszöbölése a napkör szerinti időszámítást bonyolódottabbá tevék. — Elvégre jónak láttuk ide mellékelni azon napokat, melyekre a következő 20 évben a husvét esik.

1861.	évben	esik	a	husvét	marcius	31.	napjára,
1862.	"	"	"	april	20.	"	"
1863.	"	"	"	april	5.	"	"
1864.	"	"	"	marcius	27.	"	"
1865.	"	"	"	april	16.	"	"
1866.	"	"	"	april	1.	"	"
1867.	"	"	"	april	21.	"	"
1868.	"	"	"	april	12.	"	"
1869.	"	"	"	marcius	28.	"	"
1870.	"	"	"	april	17.	"	"

1871.	"	"	"	april	9.	"
1872.	"	"	"	marcius	31.	"
1873.	"	"	"	april	13.	"
1874.	"	"	"	april	5.	"
1875.	"	"	"	marcius	28.	"
1876.	"	"	"	april	16.	"
1877.	"	"	"	april	1.	"
1878.	"	"	"	april	21.	"
1879.	"	"	"	april	13.	"
1880.	"	"	"	marcius	28.	"

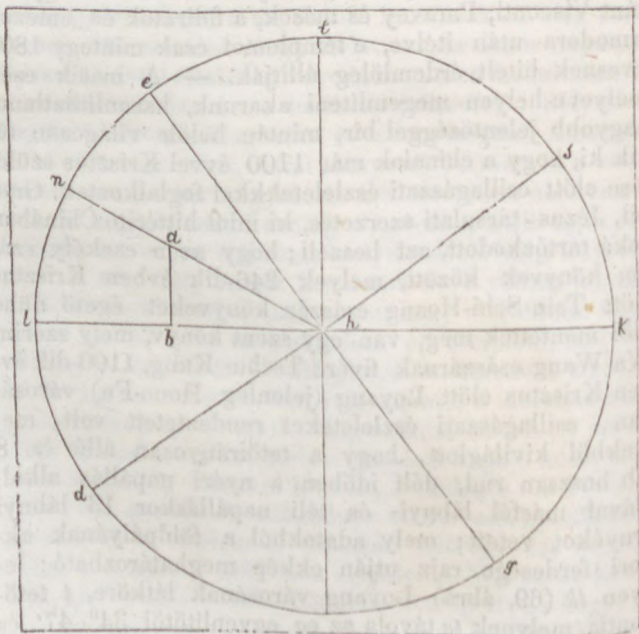
64. *A csillagászati adatok történelmi jelentősége.* —

Ezen alkalommal, a melylyel az időszámítás módjáról szólnunk, el nem mulaszthatjuk megemlíteni némely tudósok abbéli törekvését, mely szerint a régi népeknek csillagászati adatait a történelmi kutatásoknál elég észlelyesen fölhasználni megkísérlették. Az őskor népeinek ilyszerű adatai általában véve igen gyéren fordulnak elő; s részint az észleletre használt műszerek tökélyetlensége, részint a csillagászati és mennyiségtani ismeretek kifejeletlensége miatt, vajmi hiányosak; a mért is a történelem ezen uton nagyszerű eredményeket nem remélhet. E tárgyra vonatkozólag elég leendő, kellő tájékozás végett, két esetet fölhozni, melyek elseje imitt következik: a régi egiptomiak Denderah nevű városa jelenleg csak romjait láttatja; ezek között nagy mértékben figyelemre méltó ama meglehetősen ép templom, melynek földenyén az állatövi csillagképeket ábrázoló tizenkét alak ugyan azon sorban vala látható, a melyben amazon a Nap egy év alatt végig haladni látszik; e sornak élén állt az oroszlán, mely a templom kapuja fölött mintegy vezérkép előttünni látszott, Jelenleg e mű Párisban van, hol a tudósok véleménye eleinte oda nyilatkozott, miszerint a vezérkedő oroszlán mintegy azt mutatja, hogy a templom épültének idejében a Nap az év kezdetén az Oroszlán csillagképében vezteget; és hogy, mivel az egiptomiak mezei éve a nyár beálltával kezdő-

dött, a templom hihetőleg ama korból ered, melyben a nyári napálláspont az Oroszlán csillagképében vala. Manapon a nyári napálláspont az Ikreknek Éta csillaga mellé esik; e ponttól az Oroszlánnak Lamda csillag körüli tája 50 foknyira — s a Delta csillag melléke 75 foknyira esik; a nyári napálláspont tehát, mely a tava-szi éjegyenpont módja szerint évenként mintegy 50 ívmásodperccel odább nyomul, Lamda tájától a mostani helyéig 3600 — és Deltától ugyanoda 5400 év alatt hatolt. Ezek szerint tehát a denderahi templomot 3600 évesnek és szintoly joggal 5400 évesnek is mondhatjuk, s valódi korát ezen uton csak akkor határozhatnók meg, ha az egiptomiak a nyári napálláspontnak akkori helyét világosan, híven és pontosan följelölték volna. Egyéb-iránt Visconti, Paravey és mások, a föliratok és emezek írmodora után ítélve, e templomot csak mintegy 1800 évesnek hitelt érdemlőleg állítják. — A másik eset, melyet e helyen megemlíteni akarunk, hasonlíthatlanul nagyobb jelentőséggel bír, miután belőle világosan tűnik ki, hogy a kínaiak már 1100 évvel Krisztus születése előtt csillagászati észleletekkel foglalkoztak. Gaubil, Jézus-társulati szerzetes, ki mint hittérítő Chinában soká tartózkodott, azt beszéli; hogy azon csekély számú könyvek között, melyek 246-dik évben Krisztus előtt Tsin-Schi-Hoang császár könyveket égető dühe elől mentettek meg, van egy szent könyv, mely szerint Wa-Wang császárnak fivére Tschu-Kung, 1100-dik évben Krisztus előtt, Loyang (jelenleg Hono-Fu) városában, csillagászati észleleteket rendeztetett volt, melyekből kiviláglott, hogy a tetőirányosan álló és 8 láb hoszszu rud, déli időben, a nyári napállás alkalmával másfél lábnyi- és téli napálláskor 13 lábnyi árnyékot vetett; mely adatokból a földpályának akkori ferdesége rajz útján ekkép meghatározható: legyen *lk* (69. ábra) Loyang városának látköre, *t* tetőpontja, melynek *te* távolsága az *eg* egyenlítőtől $34^{\circ} 47'$ és

11 ívmásodpercnyninek találtatott; ab legyen a 8 lábnyi rud, bh a 13 lábnyi árnyék; ha már a rud végpontja a , az árnyék h végpontjával, ah egyenes vonal segítségével kapcsolatba hozatik, akkor az ah vonal kellőleg meghosszabbítatván, a Napot n -ben érni fogná: ily uton az nhl szögnek megfelelő ív nl $31^{\circ} 18'$ és 46 másodpercnyninek találtatik; ekkora vala tehát Loyangban a Nap magassága a téli napállás alkalmával 1100-dik évben Krisztus előtt. Ha már most a $tenl$ 90 foknyi ívből a $34^{\circ} 47'$ és 11 másodpercnyi ív te -s nem különben a $31^{\circ} 18'$ és 46 másodpercnyi nl kivonatik: a maradék ne , mely $23^{\circ} 54'$ és 3 másodpercnyi, adja a Napnak azon évi legnagyobb déli elhajlását, mely a földpálya ferdeségével

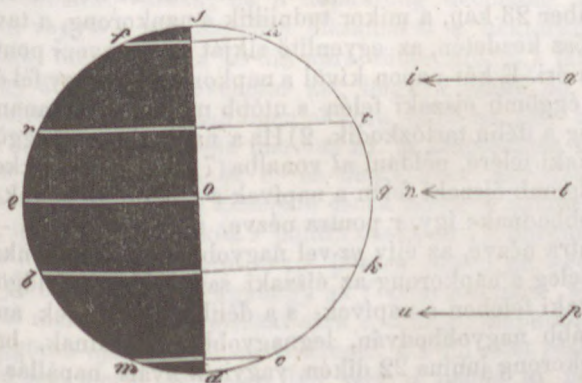
69. Ábra.



egyenlő. Ekkint tehát 1100-dik évben Krisztus előtt a földpálya ferdesége majdnem $23^{\circ} 54'$ és 3 másodpernyi- s következőleg $25'$ és 9 ívmásodperccel nagyobb vala, mintsem 1800-dik évben Krisztus után, a mikor az $23^{\circ} 28'$ és 54 ívmásodpercnyinek találtatott. Ugyde említettük már, hogy a földpálya ferdesége évenként mintegy fél ívmásodperccel kisebbedik, arra tehát, hogy 25 ívperccel kisebbé váljék, mintegy 3000 év szükséges; igaz ugyan, hogy a Loyang városában rendezett észlelettől az 1800-dik évig Krisztus után csak 2900 év folyt le, de e csekély eltérés, mely a kiszámolt és valódiilag lefolyt idő között mutatkozik, kétségen kívül onnan ered, hogy a kínaiak az árnyék hosszúságát egy hajszálig meg nem mérhették, mivelhogy az árnyék határa pontosan soha ki nem jelölhető. Ugyanily módon határozathatnék meg a földpálya ferdesége a nyár-napálláskori árnyék hosszúságából is. Egyébiránt azon eredmények, melyekre itt a rajz útján vergődtünk, a számolás segélyével sokkal biztosabban elérhetők.

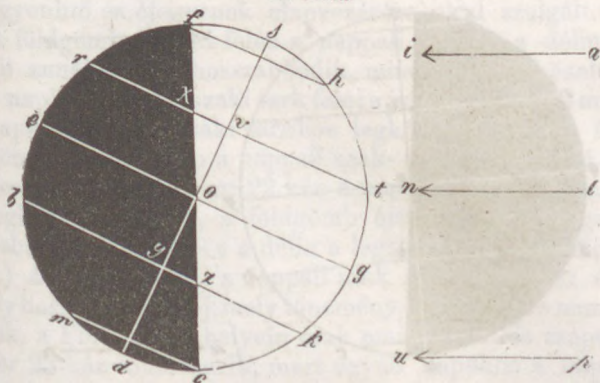
65. *A nappali és éji szakok.* — A napnak nevezett időköz, mely a már mondottak szerint mintegy 24 órát

70. Ábra.



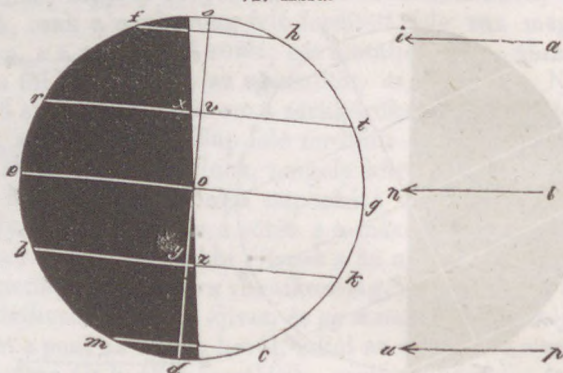
számlál, *nappali* és *éji szakra* oszlik. Földünknek, tudni illik, csak a napkorong felé fordított fele van megvilágítva, s a másik felé sötét; ezt mutatja a 70. ábra, hol *sd* a földtengelyt, *eg* az egyenlítőt, *ai*, *ln*, *pu* a Naptól jövő sugarakat, *fh* és *mc* a sarkköröket, *rt* s *bk* a térítőket, *sgd* a Földnek Nap felé fordított részét, *sed* a sötétet ábrázolja. A Földnek, tengely körüli forgásánál fogva, minden egyes pontja naponkint teljes kört fut be, melynek egyik része a sötét- s a másik a megvilágított oldalra esik; az előbbi *éjívnek* s az utóbbi *napívnek* neveztetik: így, *e* pontra vonatkozólag, az *eo* vonal gyanánt mutatkozó félkör az éjivet, és *og* a napívet ábrázolja. A mint *e* pont az éjívbe kerül, lakói az éji szakot, vagy röviden az éjt beállni szemlélik, mely mindaddig tart, a míg *e* pont az éjívől ki nem vergődik; de ha *e* pont a napívben tartózkodik, akkor az ott lakóknál a nappali szak, vagy kurtábban szólva a nap tart. A nap- és éjívre vonatkozólag a 70. 71. 72. és 73-dik ábra segítségével a következőkről győződhetünk meg: 1.) a 70-dik ábrából láthatni, hogy ha a Nap az *nl* vonal mentében az egyenlítő síkjában vesztegel, akkor a napív az egész Földön épen akkora mint az éjív, a mi azonban egyegy évben csak kétszer történik, ugymint marcius 21-kén és szeptember 23-kán, a mikor tudniillik a napkorong, a tavasz és őszi kezdetén, az egyenlítő síkját az éjegyenlítő pontokban éri. E két napon kívül a napkorong mintegy fél évig az éggömb éjszaki felén- s utóbb majdnem ugyanannyi ideig a délin tartózkodik. 2) Ha a napkorong az éggömb éjszaki felére, például *nl* vonalba (71. ábra) tér, akkor a földgömb éjszaki felén a napívek s a délin az éjívek nagyobbodnak: így, *r* pontra nézve, a napív *av*-vel - s *b* pontra nézve, az éjív *yz*-vel nagyobbodott; minél inkább közeleg a napkorong az éjszaki sark felé, a földgömb éjszaki felében a napívek- s a déliben az éjívek annál inkább nagyobbodván, legnagyobbakká válnak, ha a napkorong június 22 dikén, vagyis a nyári napállás al-

71. Ábra.



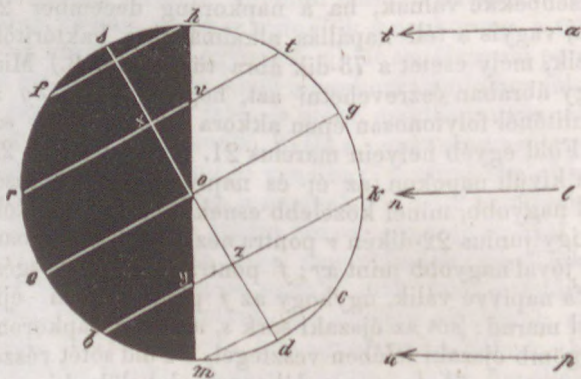
kalmával, az rt ráktérítőbe érkezik; mert első tekintetre látható, hogy a napív növekedése xv a 71. ábrában nagyobb, mintsem xv a 72. dik ábrában, hol a Nap az rt térítőig még nem hatolt; ugyanaz áll yz -re nézve is. A ráktérítőtől a napkorong látszólag visszafordul, s az egyenlítőt szeptember 23-dikán újólág érvén, az éggömb déli felére tér, mi közben a földgömb éjszaki felén a napívek- s a délin az éjívek mindinkább kisebbülvén, legkisebbekké válnak, ha a napkorong december 22-dikén, vagyis a téli napállás alkalmával a baktérítőbe érkezik, mely esetet a 73-dik ábra tüntet elő. 3.) Mind a négy ábrában észrevehetni azt, hogy a napív og az egyenlítőnél folytonosan épen akkora mint az éjív eo ; de a Föld egyéb helyein marcius 21. és szeptember 23-dikán kívüli napokon az éj- és napív közti különbség annál nagyobb, minél közelebb esnek amazok a sarkokhoz; így június 22-dikén r pontra nézve (a 71. ábrában) az xt jóval nagyobb mint xr ; f pontra nézve az egész kör fh napívvé válik, úgyhogy az f pont e napon éjív nélkül marad; sőt az éjszaki sark s , a míg a napkorong az éggömb éjszaki felében vesztegel, a Föld sötét részébe be sem merül, de meg a déli sark d belőle ki nem

72. Ábra.



vergődik. — Mivel a Föld, tengelye körül, folytonosan ugyanazon sebességgel forog, a nappali és éji szak hosszúsága szükségképen csak a nap- és éjív nagyságától függ; a mért is az előbb mondottakból önkint következik: 1.) hogy marcius 21. és szeptember 23-dik napján, a mikor a napkorong az egyenlítőt az éjegyei pontokban éri, a nappali szak az egész Földön 12 óráig s az

73. Ábra.



éji szak is ugyanannyi ideig tart; mely tünemény az egyenlítő és éjegyének elnevezésére okul szolgált. 2.) A földgömb éjszaki felén a nappali szak- s a délin az éji annál inkább hosszabbodik, minél jobban közeledik a napkorong az éjszaki sark felé; s június 22-kén, a mikor napkorong az éjszaki sarkhoz legközelebb esik, a földgömb éjszaki felén a nappali szak- s a délin az éji leghosszabb. December 22-kén a napkorong a déli sarkot legközelebb érvén, a földgömb éjszaki felén a legrövidebb nappali szak- s a délin a legrövidebb éj áll elő. — 3.) Az egyenlítőnél a nappali szak egész éven át épen oly hosszú mint az éj; mely tünemény, a mint előbb mondtuk, a Föld egyéb helyein csak március 21. és szeptember 23-kán mutatkozik, mert egyéb napokon a nappali és éji szakok tartama nem egyenlő; s emez egyenlőtlen-ség a sarkokhoz közelebb és közelebb eső helyeken mindinkább nagyobb mérvben tűnik elő, a mint azt az imitt következő tábla is mutatja:

A földrajzi szé- lesség	T a r t a m a			
	a leghosszabb nappali szaknak		a legrövidebb nappali szaknak	
0 foka alatt	12 óra	—	12 óra	—
5 " "	12 " 17 perc		11 " 43 perc	
10 " "	12 " 35 "		11 " 25 "	
15 " "	12 " 53 "		11 " 7 "	
20 " "	13 " 13 "		10 " 47 "	
25 " "	13 " 34 "		10 " 26 "	
30 " "	13 " 56 "		10 " 4 "	
35 " "	14 " 26 "		9 " 38 "	
40 " "	14 " 51 "		9 " 9 "	
45 " "	15 " 26 "		8 " 34 "	
50 " "	16 " 9 "		7 " 51 "	
55 " "	17 " 7 "		6 " 53 "	
60 " "	18 " 30 "		5 " 30 "	
65 " "	21 " 9 "		2 " 51 "	

A földrajzi szélesség 66-dik foka és 32 dik perce alatt, vagyis a sarkköröknél a leghosszabb nappali szak egy napig (24 óráig-) s a leghosszabb éji szak is ugyanannyi ideig tart; a sarkkörökön túl a napkorong több nap folyta alatt föl sem kel, vagy le sem áldozik; s különösen:

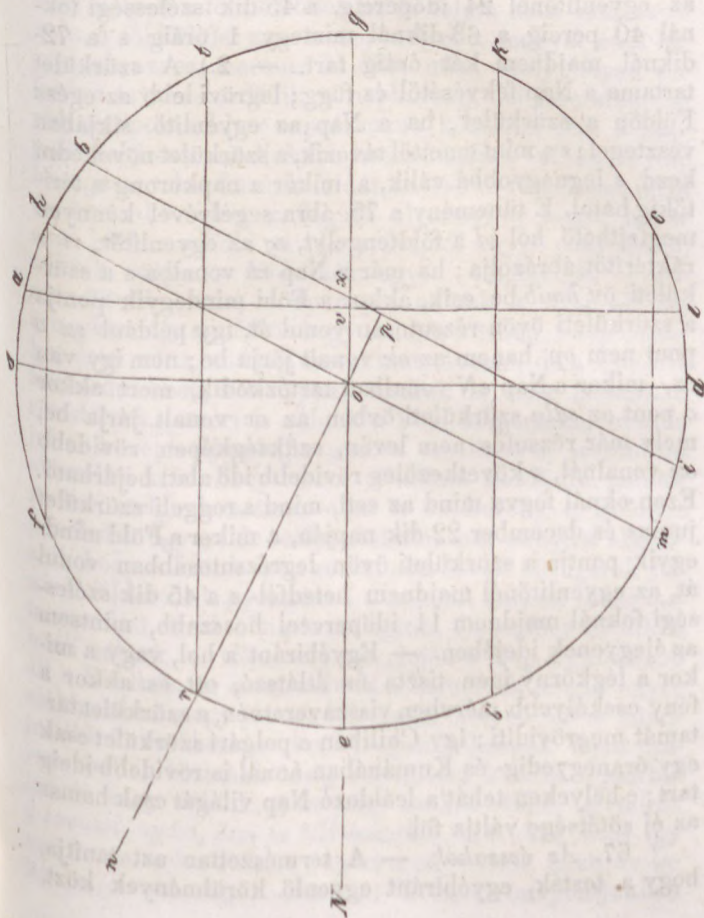
Az éjszaki szélesség	A napkorong folyvást látható	A napkorong folyvást láthatatlan
70 foka alatt	65 napig	60 napig
75 " "	103 "	97 "
80 " "	134 "	127 "
85 " "	161 "	153 "
90 " "	186 "	179 "
A déli szélesség	A napkorong folyvást látható	A napkorong folyvást láthatatlan
70 foka alatt	60 napig	65 napig
75 " "	97 "	103 "
80 " "	127 "	134 "
85 " "	153 "	161 "
90 " "	179 "	186 "

66. *A szürkület.* — Emelítettük már, hogy a légkörny rétegei által visszavert fénysugarak, a Földnek a Naptól elfordított részére hatolván, a szürkület tünetéjét idézik elő, mely a nappali szakot este is, reggel

csak akkor végződik, ha az égboltozat nyugati oldalán a napkorong fényuszályának utolsó nyoma elenyészett. Reggel ellenben, a mint kelet táján némi fény kezd mutatkozni, beáll a csillagászati szürkület; s ha az olvasásnál a gyertyavilág nélkülözhetővé vált, kezdődik a polgári, mely a Nap keltével végét éri. A 74-dik ábrában *grl* a Földnek az *rn* vonalba eső Nap által megvilágított — s *gtl* ugyanamannak sötét részét ábrázolja; azonban a *gh* és *lk* fölött létező légkörnyi rétegekbe a napsugarak mégis hatolnak, hol *gh* és *lk* felé visszaveretvén, a *glkh* tért némileg megvilágítják; e tér *szürkületi övnek* mondatik, s *gl* től *kh*-ig mintegy 18 foknyi szélességgel bír; de a polgári szürkület öve *gl*-től csak *mo*-ig terjed és mintegy 6 foknyi szélességgel bír. — A szürkület tartama függ: 1.) a földrajzi szélességtől, s annál hosszabbnak tapasztaltatik, minél inkább távozzunk az egyenlítőtől a sarkok felé; e tünetemény oka a 74-dik ábra segélyével könnyen megérthető: mert legyen *rltg* a földegyenlítő, melynek síkjában a Nap az éjegyének alkalmával létezik; s legyen az éjszaki sark, melyben a földtengely végződik, ez utóbbi körül a Föld az *r* mellé rajzolt nyíl irányában forog; *r*, *v*, *c* legyenek a földfelület különböző pontjai, melyeknek elseje zérus-, másika 45 és harmadika 80 foknyi földrajzi szélességgel bír. E pontokra nézve a szürkület egy időben áll be, a mikor tudni illik azok, a Földnek tengely körüli forgásánál fogva, *l*, *d* és *a* pontokba érkeznek, melyek a *glkh* szürkületi öv határába esnek. Az ábra segélyével már most kiki beláthatja, hogy mialatt az *l* pont az *lk* szürkületi íven végig vonul, addig a *d* pont csak *e*-ig hatol s a szürkületi öv szélét *f*-ben csak akkor éri, a mikor az *r* pont *i* pontba érkezik; úgyde az *lk* ív 18 foknyi és *lki* 30 foknyi: az *r* pont tehát, mely a Földnek tengely körüli forgásánál fogva egyegy óra alatt 15 foknyi utat fut be, *lk* íven 1 óra és 12 perc- s *lki* íven 2 óra alatt vonul keresztül. Innen

már most önkint következik, hogy a csillagászati szűr-
kület, az éjegyének idejében, az egyenlitőnek r pontjára
nézve 1 óra és 12 percig- s a földrajzi szélesség 45-dik
fokánál 2 óra folyásig tart. Épen ily uton kimutatható,

75. Ábra.



hogy az éjegyenkori csillagászati szürkület a 63-dik szélességi foknál mintegy 3 óráig-, a 72-diknél 6 óráig- s a 80-diknél, hol az egész éji ív *abp* a szürkületi övből ki nem vergődik, egész éjen keresztül tart. A polgári szürkület, a csillagászatnak csak egy harmada lévén, az egyenlítőnél 24 időpercig, a 45-dik szélességi foknál 40 percig, a 63-diknél mintegy 1 óráig s a 72-diknél majdnem két óráig tart. — 2.) A szürkület tartama a Nap fekvésétől és függ; legrövidebb az egész Földön a szürkület, ha a Nap az egyenlítő síkjában vesztegel; s a mint emettől távozik, a szürkület növekedni kezd, s legnagyobbá válik, a mikor a napkorong a térítőkig hatol. E tünemény a 75. ábra segélyével könnyen megfejtethető, hol *sd* a földtengelyt, *eg* az egyenlítőt, *rt* a ráktérítőt ábrázolja; ha már a Nap *rn* vonalba s a szürkületi öv *hmi*b-be esik, akkor a Föld mindegyik pontja a szürkületi övön rézsutosan vonul át, így például az *o* pont nem *op*, hanem az *ox* vonalt járja be; nem így van ez, mikor a Nap *eN* vonalban tartózkodik, mert akkor *o* pont az *sdl*a szürkületi övben az *ov* vonalt járja be, mely már rézsutos nem lévén, szükségképen rövidebb *ox* vonalnál, s következőleg rövidebb idő alatt bejárható. Ezen oknál fogva mind az esti, mind a reggeli szürkület június és december 22-dik napján, a mikor a Föld mindegyik pontja a szürkületi övön legrézsutosabban vonul át, az egyenlítőnél majdnem hetedfél- s a 45 dik szélességi foknál majdnem 11 időperccel hosszabb, mintsem az éjegyének idejében. — Egyébiránt a hol, vagy a mikor a légkörny igen tiszta és átlátszó, ott és akkor a fény csekélyebb mérvben visszaveretvén, a szürkület tartamát megrövidíti; így Chiliben a polgári szürkület csak egy óranegyedig- és Kumánában annál is rövidebb ideig tart; e helyeken tehát a leáldozó Nap világát csak hamar az éj sötétsége váltja föl.

67. Az évszakok. — A természettan azt tanítja, hogy a testek, egyébiránt egyenlő körülmények közt,

annál inkább melegesznek meg, minél közelebb állnak a hőforráshoz, minél kevesbbé rézsutosan esnek reájuk a hősugarak s minél továbbig melegítettnek. Földünkre vonatkozólag leghathatósb hőforrás a Nap, melynek hősugarai idézik leginkább elő azon hőmérséki változatokat, melyek a földfölületen az év folyta alatt mutatkoznak. A földfölület ama terén, melyet a magyar édes hazájának nevez, marcius 21-dike után, mely napon nálunk a tavasz kezdődik, a napkorong, delelése alkalmával, tetőpontunkhoz napról napra közelebb esik s nappali szakjaink mindinkább hosszabbakká válnak; a Nap hősugarai tehát hazánk földét kevesbbé rézsutosan érik és hosszabb ideig melegítik olyannyira, hogy, habár ezen időben a Föld távola a Naptól egyre növekszik, nálunk mégis a hőmérsék egyre emelkedik. — Junius 22-dike után, mely napon nálunk a nyár áll be, a napkorong, annélkül hogy delelés közben tetőpontunkat érte volna, emettől lassankint távozni, de a Földhez közeledni kezd, s a nappali szakok is csak lassankint rövidülnek; amért is nálunk a Föld hőmérséke, miután julius közepe táján legmagasbra emelkedett, lassankint alászállni kezd. Szeptember 23-dikán kezdődik nálunk az ősz, melynek tartama alatt a napkorong a Földhez közeledik ugyan, de tetőpontunktól már annyira eltávozott, hogy a felénk igen rézsutosan lövelt hősugarak hazánk földét csak gyengén- s a nappali szakok rövid tartama miatt rövid ideig is melegítik. December 22-dikén beáll nálunk a tél, melynek elején a Nap legközelebb áll a Földhez, de azért nálunk a hőmérsék mégis egyre alábbszál mintegy január közepeig, melyen túl a mindinkább kevesbbé rézsutos hősugarak hazánk tájait észrevehetőleg hosszabb ideig melegíteni kezdik. Ezekből látjuk, hogy nálunk az év négy szakra oszlik, ugymint: a *tavaszi, nyári, őszi és téli évszakra*. Azonban nem így van ez az egész Földön; mert a naptérítők közti öv lakói a napkorongot évenként kétszer tetőpontjukban

szemlélik, melytől egész éven át nem igen messze távozik, s a nappali és éji szakok tartamára vonatkozó különbség csekély ; a mért is e területen, mely *forró övnek* neveztetik, csak a száraz és esős évszak otthonos, s mind a kettő elég melegnek tapasztaltatik. A ráktérítőtől az éjszaki sarkkörig- s a baktérítőtől a déli sarkkörig terül el az *éjszaki* és *déli mérsékelt öv*, melyeknek közepe táján az előbb említett négy évszak a maga valóságában tisztán kivehetőleg mutatkozik ; de széleiken a naptérítők szomszédságában a tél- s a sarkkörök mellett a tavasz egészen elenyészik. Az *éjszaki* és *déli hideg öv* a sarkköröktől a sarkokig terjeszkedik, hol csak rövid de meleg nyár és igen hosszú, hideg tél uralg ; sőt a sarkok tájairól a jég egész éven át el sem tűnik. Egyébiránt a hőmérsék évszaki változatai csak a Föld fölületére szorítkoznak ; mert nálunk 100 lábnyinál kisebb mélységben is akadunk oly földrétegre, melynek hőmérséke soha meg nem változik, s ily rétegek a Föld minden táján föllelhetők. A földgömb éjszaki felén tart

a tavasz 92 napig, 21 óráig, 16 időpercig,

a nyár 93 " 13 " 52 "

az ősz 89 " 17 " 8 "

a tél 89 " 1 " 31 "

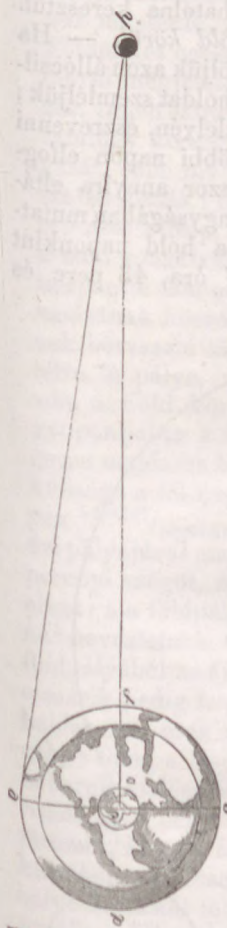
Innen látjuk, hogy nálunk a tavasz és nyár együttvéve 7 nappal, 16 órával és 29 perccel továbbig tart mintsem az ősz és tél ; vagyis hogy a napkorong a világtér éjszaki felében 186 napig, 11 óráig és 8 percig- s a déliben csak 178 napig, 18 óráig és 39 percig tartózkodik : ennek oka abban rejlik, hogy a mint a 67-dik ábra mutatja, a Föld a mi tavaszunk és nyarunk idejében a földpályának *fte* nagyobb részét befutni kénytelen, s ezen alkalommal mozgása is valamivel lassúbb, mivelhogy a Naptól távolabbra esik. A Föld déli félgömbén, hol a mi ősziünk és telünk alkalmával, tavasz és nyár vagyis az utóbbiak szükségképen rövidebb ideig tartanak az ottani ősz- és télnél. — Ezek után mindenki önmagától

is megfejtheti ama tüneményt, melynél fogva (a leghosszabb nappali szakok tartamát kimutató, 65-dik szám alatti tábla szerint) az éjszaki sarknál a Nap mintegy 186- s a délinél csak mintegy 179 napig folyvást látható. — E helyen megemlíthetjük még azt is, hogy, ha majd több évezred múlva a földközelpont, a háborok által eszközlött haladó mozgása miatt, ama helyre érkezik, melyre jelenleg a földtávol esik, akkor a Föld, tavaszunk és nyarunk alkalmával, pályájának kisebb részén járand; akkor tehát a Föld éjszaki félgömbén a tavasz és nyár mintegy egy héttel rövidebb leend az ős- és télnél, mely tünemény azonban nem hirtelenül, hanem csak igen lassudan és fokozatosan jövendvén létre, semmiféle aggodalomra okul nem szolgálhat.

C.) A Föld holdja.

68. *A hold kiterjedése és távolsága a Földtől.* — A Nap után ránk nézve legjelentékenyebb égi test a hold, mely Földünknek igen közel szomszédja s a Nap körüli pályán egyedüli elválhatlan kísérője. — Mindenki tapasztalhatta, hogy a hold, mely kelte- és nyugtakor igen nagynak mutatkozik, annál inkább kisebbbedni látszik, minél magasabbra száll a mi látkörünk fölé. E tűnemény ugyanazon szemecsalódás szüleménye, melynél fogva mi a torony tetejére helyezett gömböt is csak kicsinek véljük, mely azonban a Föld síkján igen nagynak látszik. Szemecsalódásból eredetnek mondjuk eme tűneményt, mivelhogy a kelő és magasra emelkedett holdnak átmérője ugyanama napon méretvén, egyenlő nagyságúnak tapasztaltatik. De ha akár a kelő, akár a magasra emelkedett hold látszólagos átmérője különböző napokon méretik meg, akkor az csakugyan majd nagyobb, majd kisebbnek s középben mintegy 1863 és $\frac{4}{10}$ ívmásodpercenyinek (vagyis 31 perc- és $3\frac{4}{10}$ ívmásodpercenyinek) mutatkozik; s ily nagy voltakor, a csillagászok észleletei és számolásai szerint, az *efcd* (76. ábra) földegyenlítő félátmérőjének *e* és *s* végpontjaiból a holdnak ugyanama *h* pontjához irányzott *eh* és *sh* vonalak 57 percnyi és $2\frac{6}{100}$ másodpercnyi *ehs* szögöt alkotnak, mely szög a holdnak egyenlítői látköri látközét képezi; ezen szög alatt látnók mi a földegyenlítőnek félátmérőjét, ha a holdba szállhatnánk Földünket

76. Ábra.

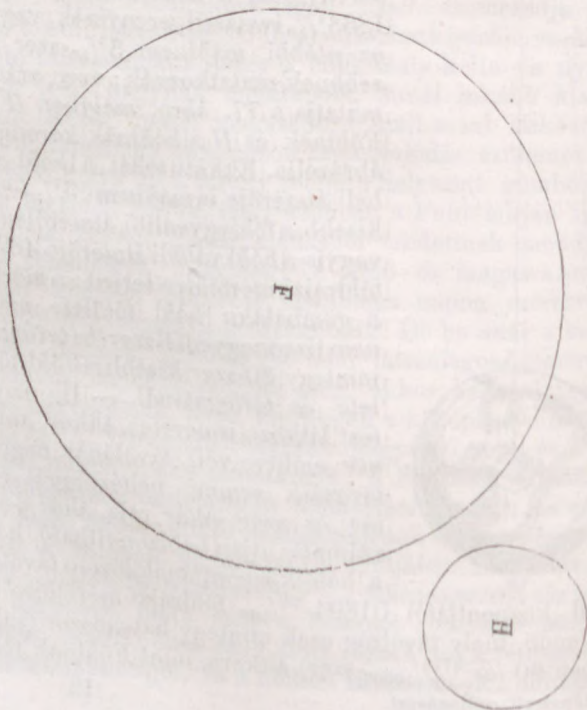


onnan észlelendők. Innen már most önkint következik, hogy ha a Föld és hold egymás mellé állíttatnának, és mi a világtérben oly ponton megállapodhatnánk, mely annyira esnék e két égi testtől, amily nagy különben a holdnak középtávola a Földtől; akkor mi a Földet oly korongnak látnók, mely területére nézve majdnem tizenegyedfélszer akkora mint a holdkorong; s a földegyenlítőnek átmérője $6844\frac{12}{100}$ ívmásodpercyinek, a hold átmérője csak $1863\frac{4}{10}$ ívmásodpercyinek, vagyis ez utóbbi majdnem $3\frac{7}{10}$ -szer kisebbnek mutatkoznék; ezen arányt mutatja a 77. ábra, melyben *F* a Földnek és *H* a holdnak korongját ábrázolja. Ekkint tehát a hold valódi átmérője is majdnem $3\frac{7}{10}$ -szer kisebb a földegyenlítő átmérőjénél: vagyis a hold valódi átmérője $469\frac{1}{5}$ földrajzi mérföldre terjed: a mért is a gömbalaku hold föllete majdnem tizenegyedfélszer-és térfogata mintegy 50-szer kisebb a Föld föllete- és térfogatánál. — Ha az égi test látköze ismeretes, akkor, amint már említve volt, távolának meghatározása semmi nehézséggel sem jár; és azért akár rajz, akár pedig számolás útján bebizonyítható, hogy a hold központjának közép távola a Föld központjától $51804\frac{96}{100}$ földrajzi mérföldre becsülendő, mely távolság csak mintegy hatvanszor (sajátképen 60 és $\frac{2778}{10000}$ -szer) akkora, mint Földünk félát-

mérője; e téren az egy időmásodperc alatt 2000 lábnyira haladó ágyugolyó egy hét alatt hatolna keresztül.

69. *A hold keringő mozgása a Föld körül.* — Ha a holdvilágos éjek egyikén jól megjelöljük azon állócsillagot, melynek tözsomszédságában a holdat szemléljük; akkor 24 óra múlva a holdat ismét észlelvén, észrevenni fogjuk, hogy az, ezen idő alatt, az előbbi napon elfoglalt helyétől kelet felé, körülbelül 26-szor annyira eltávozott, mint a mekkorának a közép nagyságában mutatkozó holdátmérőt látjuk; így távozik a hold naponkint ama csillagtól kelet felé, s 27 nap, 7 óra, 43 perc és

77. Ábra.

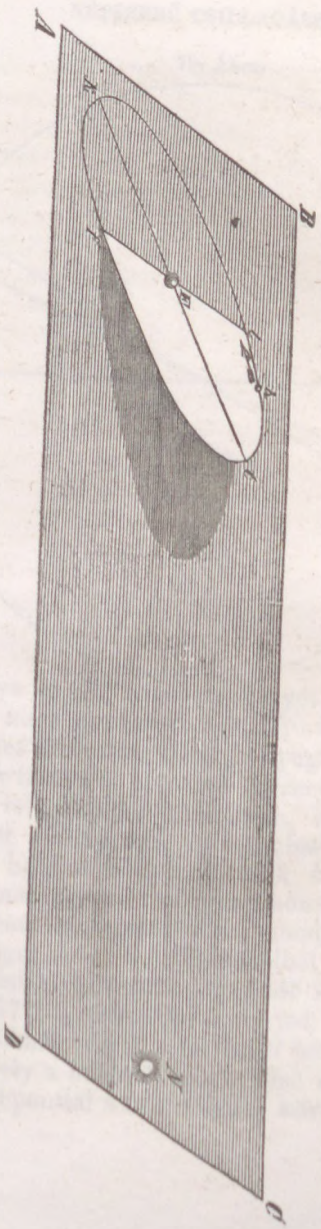


$11\frac{5}{10}$ időmásodperc múlva, mely idő *csillagzati hónap-*
nak mondatik, a hold, miután 360 foknyi utat befutván
 Földünket egészen megkerülte, az első észlelet alkal-
 mával megjelölt állócsillag szomszédságába ismét érke-
 zik. Innen látjuk, hogy valamint a Föld a Nap körül,
 szintúgy kering a hold is a Föld körül; s e keringő moz-
 gását, épen oly módon mint a Földnél, a központi erők
 szabályozzák; csak hogy ezen esetben a középre tartó
 erő nem a Nap, hanem a Föld tömegében rejlik, melytől
 a hold vonzatván, mint a Földön levő testek, a Föld
 központja felé esni törekszik; és csak a középfutó erő
 hatásának köszönhetjük, hogy a hold földre-zuhanásá-
 nak borzasztó tüneménye semmiképen nem vergődhetik
 létre. A pálya, melyet a hold, nyugatról kelet felé tart-
 ván, a Föld körül befut, oly kerülék, melynek egyik
 gyupontjában a Föld vesztegel, s melynek fél nagyten-
 gelye majdnem 51805 mérföldre terjeszkedik és közép-
 külisége a fél nagytengetnek körülbelül $\frac{1}{18}$ (sajátké-
 pen $\frac{5490307}{100000000}$) részével ér föl. A holdpálya a Föld
 évi pályájával majdnem 5 fok-, 8 perc- és $40\frac{21}{100}$ másod-
 pernyi szögöt, mely a *hold pályahajlásának* mondatik,
 alkot; s a földpályát két pontban metszi, melyek *csomók-*
nak neveztetnek, s különösen ama csomó, melytől a hold a
 földpályából az éjszaki sark felé emelkedik, *fölszállónak*-,
 a másik pedig *leszálló csomónak* mondatik. Egyébiránt a
 holdat nem csak a Föld, hanem egyéb égi testek is vonz-
 zák, s főleg a Nap hatásai igen tetemesek, a honnan ama
 háborok kielégítőleg megfejtethők, melyeket a hold nem
 ritkán igen nagy mérvben tüntet elő. A háborok sorába
 tartozik, hogy a hold és Föld, a kölcsönös vonzás követ-
 keztében, a közös súlypont körül foregnak, melynek
 helye a sokkal több tömeggel bíró Föld beljében kere-
 sendő; a háborok közé számítandó, hogy a holdpálya a
 tökélyes kerülék alakjától nagyban elüt; hogy a holdpá-
 nya középkülisége s nem különben hajlása is, kiszabott
 korlátok között, egyre változik; a háborok közé soro-

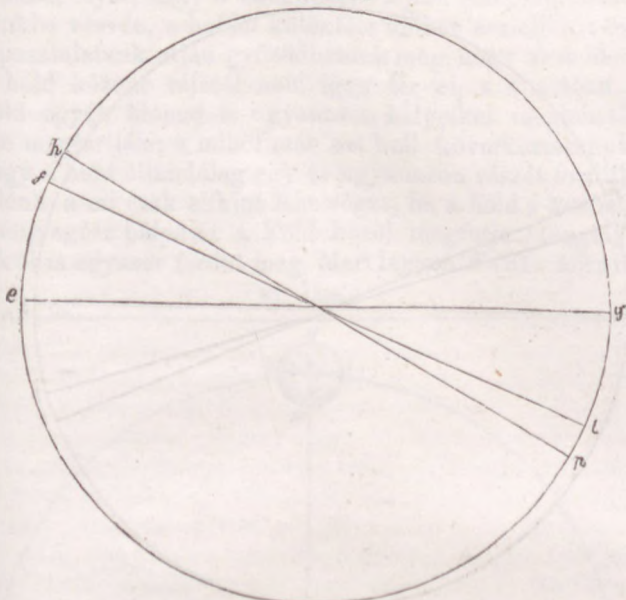
landók ama nagymérvű változatok is, melyeket a csomók s a holdpálya nagytengelye, helyökre vonatkozólag, tüntetnek elő. — A csomók helyváltozását illetőleg, legyen N (78. ábra) a Nap, F a Föld, h a Hold, mely a melléje rajzolt nyíl irányában az $lkft$ pályát járja; $ABCD$ a földpálya sikja; kt a holdpálya negytengelye, k a földközeli és t a földtávol, mely pontok elsejében a hold a Földhez legközelebbre s a másikon a Földtől legtávolabbra esik; l a leszálló, f a fölszálló csomó; a vonal lf , mely e két pontot összekapcsolja, *csomóvonalnak* mondatik. E csomók, a hold keringő mozgásával ellenkezőleg, keletről nyugat felé, lht irányban, oly sebesen haladnak, hogy a csomóvonal, mintegy 18 év és 219 nap alatt, F körül teljesen megfordul; mivel tehát ekkép a csomók a holdnak ellenébe ügetnek, a csillagzati hónapnál szükségképen rövidebb azon idő, mely alatt a hold egyik csomóból, például a fölszállóból kiindulván, ugyanabba ismét visszaérkezik; ezen idő *sárákányhónapnak* mondatik és 27 napot, 5 órát, 5 percet és $35\frac{8}{10}$ másodpercet számlál. E sajátos elnevezés azon időből ered, melyben a fölszálló csomó *sárákányfejnek*- s a leszálló *sárákánycsóvának* mondatott; a régiek tudniillik tapasztalták volt, hogy hold- és napfogyatkozás alkalmával a hold mindenkor a csomók szomszédságába esik; s innen keletkezett ama hiedelmök, hogy a hold a csomók közelében óriás sárákánnyal megküzdeni kénytelenítettik. A fölszálló csomó 1857-dik évben június 15-kén a tavaszpontot érte, s ily alkalommal ama szög, melyet a holdpálya az éggömb egyenlítőjével alkot, mindenkor legnagyobb s az említett évben mintegy 28 fok- és 37 ívpernyi vala. 1866-dik évben a leszálló csomó fogja a tavaszpontot érni, s olyankor az imént említett szög legkisebbnek mutatkozik, s 1866-dik évben mintegy 18 fok- és 19 pernyi leend. Az előbbi esetet a 79-dik- s az utóbbit a 80-dik ábra mutatja, hol eg az éggömb egyenlítőjét, fl a földpályát, hp a holdpályát ábrázolja. — A holdpályának

180-ik oldalhoz.

78. ábra.

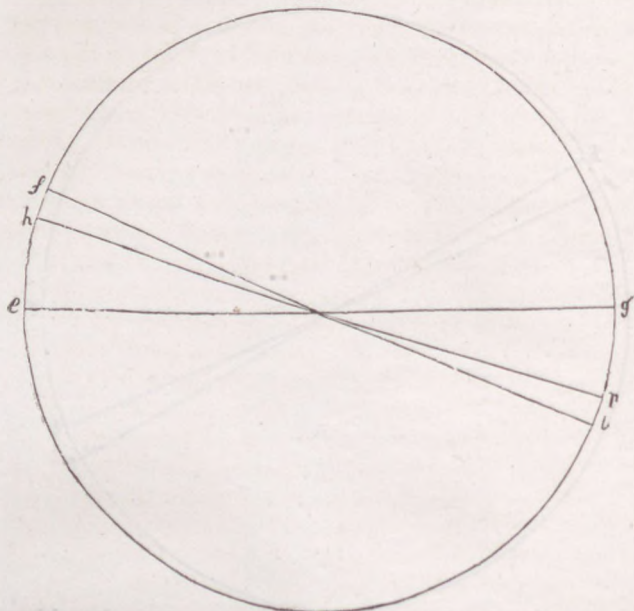


79. Ábra.



nagy tengelye *kt* (78 ábrában) helyét még sebesebben változtatja, mert emez már 8 év, 310 nap és 14 óra alatt *F* körül teljes fordulatot végez, s nyugatról keletre tartó haladásának iránya a holdéval összeesik; a míg tehát a hold, *k* földközeltől kiindulván, ismét *k*-ba érkezik, az alatt a földközelt, *kf* irányban, előbbre hatolt, s ekkép a hold a földközelt csak *k* ponton túl éri el; mely oknál fogva a csillagzati hónap rövidebb az *eltérési hónapnál*, s ez utóbbinak mondjuk azt az időt, mely szükséges, hogy a *k* földközeltől kiinduló hold ismét a földközeltbe érkezzék; ezen idő 27 nap-, 13 óra-, 18 perc- és $37\frac{44}{100}$ másodpercre terjed. E helyen elvégre megemlítenünk véljük a *fordulati hónapot* is, vagyis azon időt, mely a holdnak egyik felső delelésétől a tavaszi éjgyenponttal a közvetlenül következő együttle-

80. ábra

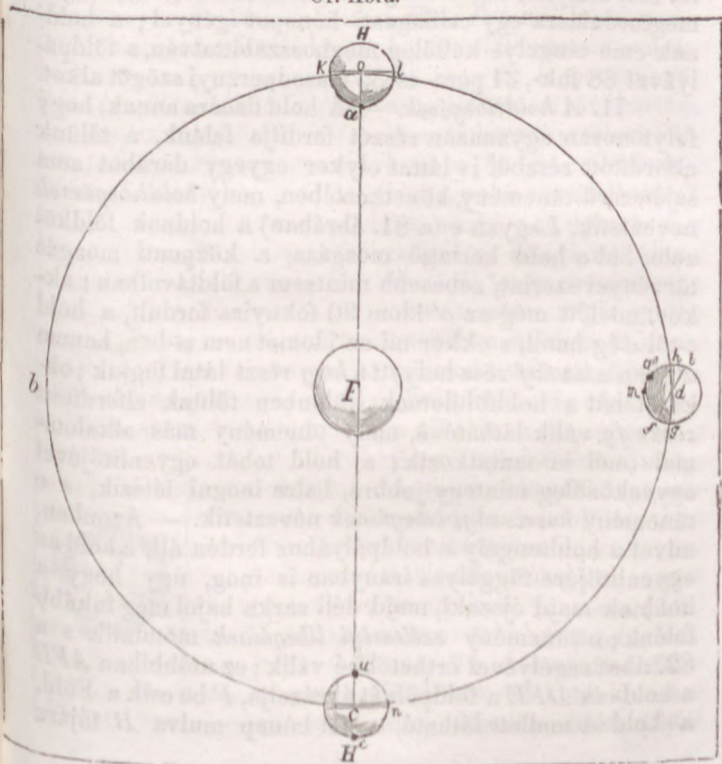


ges felső deleléseig foly le; e hónap, a tavaszi éjegy-
pont előnyomulása miatt, 6 és $\frac{8}{10}$ időmásodperccel kur-
tább a csillagzati hónapnál. A holdnak látszólagos távolsága
a tavaszi éjegyenponttól, melyet az állócsillagokra vo-
natkozólag egyenes emelkedésnek nevezünk, a *hold*
hosszuságának mondatik; s a holdnak látszólagos távolsága
a földpályától, a *hold szélességének* neveztetik, mely vagy
éjszaki vagy déli, a mint a hold a földpálya éjszaki vagy
déli oldalára tér.

70. *A holdnak tengely körüli forgása.* Távcsők segé-
lyével a hold fölületén különféle idomok láthatók, melyek
már több ízben, részint egyenként, részint együttvéve, di-
csérendő szabatsósággal, majd rajzolás, majd meg a fény-
képelésutján lemásoltattak. Ha már ezen idomok egyikét,

például olyat, mely a hold közepe tájára esik, emlékeztünkbe vésvén, a holdat különféle időben észleljük : öntapasztalatunk utján győződhetünk meg, hogy azon idom a hold közepe tájától nem igen tér el, s általában a hold egyéb idomai is ugyanazon helyeiket meglehetősen megtartják ; a miből már azt kell következtetnünk, hogy a hold állandólag egy és ugyanazon részét fordítja felénk, a mi csak akkint lehetséges, ha a hold a közben, a míg egész pályáját a Föld körül megfutja, tengelye körül is egyszer fordul meg. Mert legyen F (81. ábra) a

81. Ábra.



Föld, H a hold, melynek kal része általunk látható; o legyen a ponttá kurtított holdtengely, és a az emlékezetbe vésendő idom, melyet mi, ha a hold az obc utat bejárván c -be érkezik, ismét középett, tehát a' -ban látni fogunk; ha már a hold nem forogna tengelye körül, akkor az említett idom e pontba esnék, s reánk nézve látható sem volna; a hold tehát, a míg H -ból H' -ba hatolt, tengelye körül is fél fordulatot tön. A mondottak szerint tehát, a hold azonfölül, hogy közvetlenül a Föld- és evvel együtt a Nap körül kering, olyszerű mozgást is tüntet elő, melynél fogva tengelye körül is forogván, teljes megfordulásra egy csillagzati hónapot igényel; a holdnak eme tengelye kellőleg meghosszabíttatván, a földpályával 88 fok-, 31 perc- és 35 másodpercenyi szögöt alkot.

71. *A holdlibegések.* — A hold dacára annak, hogy folytonosan ugyanazon részét fordítja felénk, a tőlünk elfordított részből is láttat olykor egyegy darabot ama sajátyszerű tünetmenny következtében, mely *holdlibegésnek* neveztetik. Legyen c (a 81. ábrában) a holdnak földközle, hol a hold keringő mozgása, a központi mozgás törvényei szerint, sebesebb mintsem a földtávolban; akkor, mielőtt még az a' idom 90 foknyira fordult, a hold c -től d -ig hatol, s ekkor mi az idomot nem m -ben, hanem a'' -ban s az iaf rész helyett a hmg részt látni fogjuk; ekkép tehát a holdfölkületnek különben tőlünk elfordított része fg válik láthatóvá, mely tünetmenny más alkalommal i -nél is mutatkozik; a hold tehát egyenlítőjével egyenközüleg mintegy jobbra, balra inogni látszik, s e tünetmenny *hosszusági libegésnek* neveztetik. — Azonban, mivel a holdtengely a holdpályához ferdén áll, a hold az egyenlítőjére függélyes irányban is inog, úgy hogy a holdnak majd éjszaki, majd déli sarka hajol meg inkább felénk; e tünetmenny *szélességi libegésnek* mondatik s a 82. ábra segélyével érthetőbbé válik; ez utóbbiban AFB a hold- és DFE a földpályát ábrázolja, F -be esik a Föld, a hold A mellett látható, s fél hónap múlva B tájára

82. Ábra.

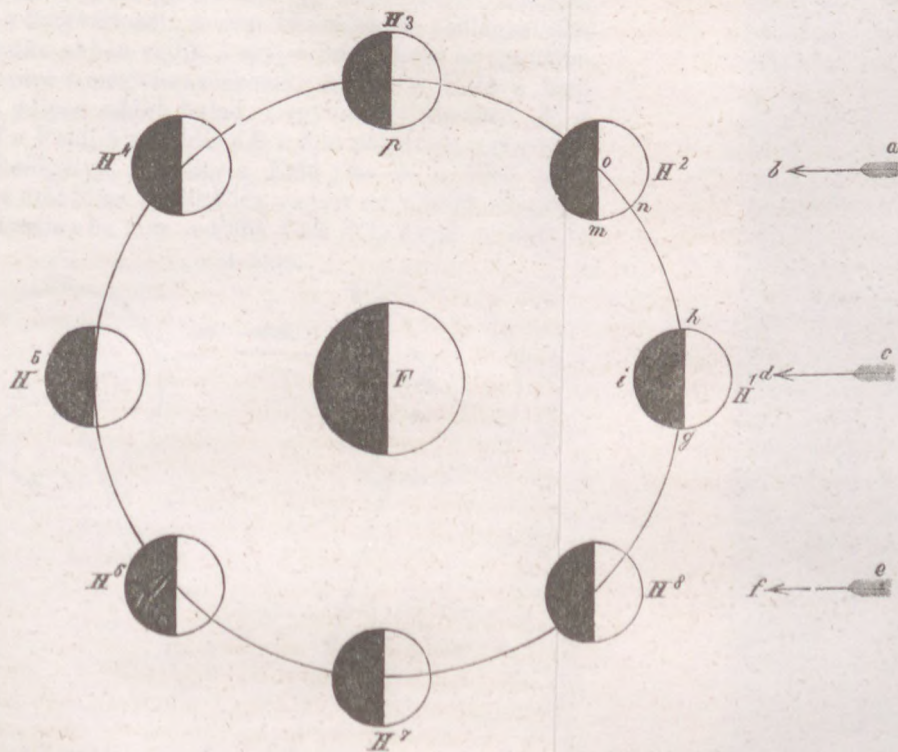


kerül; *ba* a hold tengelye, *eg* ugyanannak egyenlítője, mely az *AFB* holdpályával középleg mintegy 6 fok- és 38 percnvi szögöt alkot. Mikor a hold *A*-ban vesztegel, akkor mi a tengelynek *b* végpontján túl *d*-ig látunk, de a tengely *a* végpontját nem láthatjuk; ellenkezőleg történik ez, ha a Hold *B* mellé kerül, hol a *b* pont láthatlanná válik, de meg az *a* ponton túl *m*-ig látunk. A hosszúsági libegés következtében látható ív *fg* (81. ábrában), legnagyobb értékében, 7 fok- és 53 percnvinek- s a szélességi libegésnél fogva látott *db* vagy *am* (82. ábrában) szinte legnagyobb értékében 6 fok és 47 percnvinek mutatkozik. Elvégre a Föld különféle pontjairól is a holdnak más meg más része válik láthatóvá, mely tünemény *látközi libegésnek* mondatik. A holdlibegések következtében mi a hold fölületének mintegy $\frac{3}{7}$ részét ismerjük, s $\frac{3}{7}$ részét ránk nézve örökké láthatatlan.

72. A holdváltozatok.

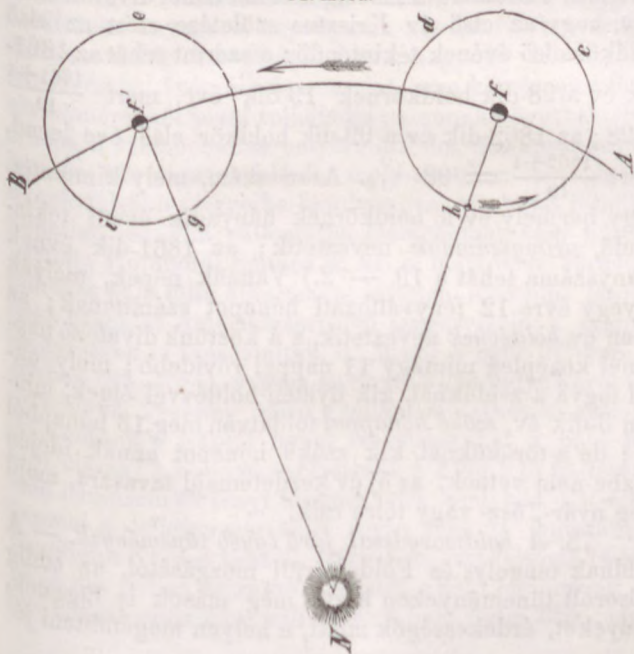
Kiki ismeri a holdnak ama tüneményeit, melyeknél

fogva az majd sötét, majd világos korong gyanánt, majd meg világos sarló vagy félkorong alakjában mutatkozik; e tűnemények *holdváltozatoknak* neveztetnek, melyeknek kellő megfejtésére a 83. ábra szolgál, hol F a Földet, H a holdat s az ab , cd ef nyilak a Naptól jövő fénysugarak irányát ábrázolják; e sugarak a Föld- és holdnak Nap felé fordított félgömbjeit megvilágítják, s mindkettőnek Naptól elfordított része szükségképen sötét. Mikor a hold H' -ban tartózkodik, mi a holdnak csak *hig* sötét részét látjuk s azt szoktuk mondani, hogy *ujhold* van; minden ujhold alkalmával a hold és Nap, a Földre vonatkozólag, ugyanazon oldalra esnek; vagyis hogy a csillagászok szólásmódjával éljünk, a hold az *együttállásban* van a Nappal, s ilyenkor a hold és Nap töszomszédoknak mutatkoznak. H^1 -ből a hold H^2 -ba érkezik, hol a hold megvilágított felének *omn* része oly sarló alakjában mutatkozik, mely, ha két csúcsa egyenes vonallal összekapcsoltatik, D betűvé kiegészíthető; ilyenkor a hold mindinkább Dudorodik, vagyis jobban mondva, *telik*; s a midőn H^3 -ba érkezik, beáll az *első holdnegyed*, mely alkalommal a hold korongjának egyik felét világosnak s a másikat sötétnek látjuk; ilyenkor a hold, a Nap után járván, déli időben kel és éjfél táján száll nyugodni. Az első holdnegyed után a hold továbbig is telik, s H^5 -ba érkezvén teljesen megvilágított korong gyanánt mutatkozik, e tűnemény *holdtöltének* mondatik; hold töltekor a Földnek egyik oldalán a Nap s a másikon a hold vesztegel, olyankor a csillagászok azt szokták mondani, hogy a hold *szembenállásban* van a Nappal, a mikor a hold este kel, éjtél-tájban delel és reggel nyugszik. Mellékesen legyen itt említve, hogy az együttállás és szembenállás közös néven *találkozásnak* neveztetnek. H^5 -ből a hold odább haladváu mindinkább fogy, s H^7 -ban, vagyis az *utolsó holdnegyed* alkalmával, a mikor a hold éjfél-tájban kel, ismét félig világos korong gyanánt- és azon túl sarló alakjában mutatkozik, mely utóbbi azonban már



most C becű gyanánt tűnvn föl azt mutatja, hogy a hold **C**sökken, vagyis inkább hogy fogy, s e tűnemény csak az ujhold beálltával éri végét. Azon idő, mely az ujhold beálltától a közvetlenül következő ujhold beállásáig foly le, *fénnyváltozati hónapnak* mondatik, s középleg 29 napot, 12 órát, 44 percet és $29\frac{9}{10}$ másodpercet számlál. Hogy a fényváltozati hónap hosszabb a csillagzatinál, annak oka abban rejlik, hogy, a míg a hold az együttállás helyére ismét visszaérkezik, az alatt a Föld a Nap körüli pályán odább halad. Legyen 84. ábrában *N* a Nap, *f* a Föld, *h* a hold; *AB* a föld pályának egy része, *hcd* a holdpálya. A mikor a Föld *f*-be és a hold *h*-ba esik, ez utóbbi az együttállás, vagyis az ujhold tűneményét láttatja; ha már a Föld *f*-től *f'*-ig hatol, a míg a

84. Ábra.



hold, Föld körüli pályáját teljesen befutván, *i* pontba érkezik, akkor a holdnak még az *ig* ívet kell bejárnia, hogy ismét az ujhold tűneménye álljon elő; s ezen *ig* ív, s következőleg a fényváltozati hónap is, annál hosszabb, minél messzebbre halad ugyanazon idő alatt a Föld: a mért is a fényváltozati hónap a tél kezdetével hosszabb s a nyár elején rövidebb a közép fényváltozati hónapnál; mivelhogy a Föld január elején a napközelen levén, legsebesebben- és július elején a naptávolban leglassabban halad. — E helyen szükségesnek véljük megemlíteni: 1.) hogy az egyes holdváltozatok, minden 19 év múlva, a naptár szerinti hónapok ugyanazon napjaira esnek: a mért is ezen időköz *holdkörnek* nevezetik. A holdkört Meton alapította meg 432-dik évben Krisztus előtt, s Dioniziusz Eksziguusz azt ismét divatba hozá úgy, hogy az első év Krisztus születése előtt az első holdkör első évének tekintendő; e szerint tehát az 1861-dik év a 98-dik holdkörnek 19-dik éve, mert $\frac{1861+1}{19} = 98$; az 1862-dik év a 99-dik holdkör első éve leend, mert $\frac{1862+1}{19} = 98 \frac{1}{19}$. Azon szám, mely kimutatja, hogy bármely év a holdkörnek hányadik éveül tekintendő, *aranyzámnak* neveztetik; az 1861-dik évnek aranyszáma tehát a 19. — 2.) Vannak népek, melyek egyegy évre 12 fényváltozati hónapot számítanak; az ilyen év *holdévnek* neveztetik, s a köztünk divatozó napévnél középleg mintegy 11 nappal rövidebb; mely oknál fogva a zsidóknál, kik ilyenén holdévvel élnek, minden 3-dik év, *szökő hónappal* toldatván meg, 13 hónapból áll; de a törököknél, kik szökő hónapot annak idején közbe nem vetnek, az új év kezdetemajd tavaszra, majd meg nyár-, őszi- vagy télre esik.

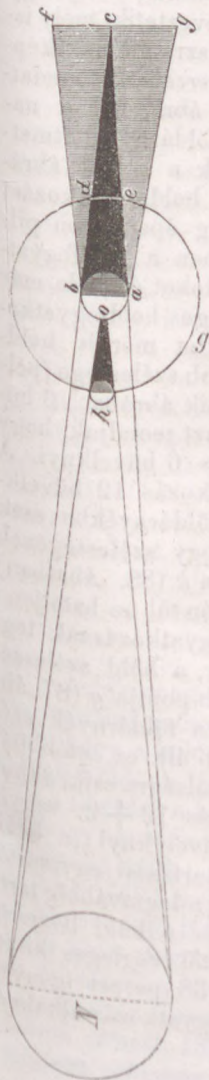
73. *A holdmozgással járó egyéb tűnemények.* — A holdnak tengely- és Föld körüli mozgásától, az eddig elősorolt tűneményeken kívül, még mások is függnék, melyeket, érdekességök miatt, e helyen megemlíteni jó-

nak tartjuk. Ezek sorába tartozik: 1.) hogy, ha mi a holdba szállhatnánk Földünket onnan észlelendők, akkor az imint említett holdváltozati tüneményeket Földünkön is vennők észre; a Földet tudni illik, az általa visszavert napsugarak hatásánál fogva, i pontból (83. ábra) teljes korong, p pontból félkorong alakjában világítani látnók stb. sőt emetünemények sokkal nagyszerűebbeknek mutatkoznának, mivelhogy a földkorongot majdnem tizennegyedfélszer akkorának szemlélnők, mint a milyennek Földünkről a hold korongja látszik. 2.) Mivel a hold egyegy keringés ideje alatt tengelye körül csak egyszer fordul meg, a napkorong a hold fölület minden egyes pontján majdnem kéthétig folyton látható, de meg rá ugyanannyi ideig láthatatlanná válik. Igen természetesnek találjuk tehát, hogy a holdfölület anyaga, a napsugarak két hét folytán szakadatlanul melegítő hatásánál fogva, nagyobb hőmérséket ölt. Herschel Iván állítása szerint, eme hőmérsék a forró víz hőmérsékét jóval túlhaladja; s ennek következtében a hold, a szembenállás helyére (H^5 -ba, 83. ábrában) érkezvén, hőt sugároz felénk, mely azonban csak légkörnyünk felsőbb rétegeibe hatolván, az ott talált fölhöket láthatlan párákká változtatja. Herschelnek eme nézetét pártolja Humboldt Sándor is, ki a mérsékelt sűrűségű fölhöket hold tölte alkalmával hirtelen eloszolni látta; s ehhez hasonlót Amerika forróövi tengervizein a spanyol tengerészek is tapasztaltak. 3) Mikor a hold, H^8 -ban és H^2 -ban (83. ábra), vagyis az együttállás helye körül tartózkodván, keskeny sarló gyanánt mutatkozik, akkor a mi Földünk a Naptól nyert fénysugarakat a hold felé veri vissza; a honnan ezek ismét a Föld felé hajtattván, ama hamuszürke fényt tüntetik elő, melyben ily alkalmommal a holdkorong sötét része szokott mutatkozni. Humboldt Sándor beszéli, hogy Lambert február 14-kén 1774-dik évben észrevehé, a mint a hold hamuszínű fénye sárgás olajzöldre változott; a hold tudni illik, mely

akkor az atlanti tenger fölött függélyes állásban vala, a délamerikai erdős vidékektől hozzá érkezett zöld fényt tükrözé vissza. Beer és Mädler szerint a holdkorong sötét része Ázsia és Afrika messzeterjedő fönsíkjaitól világittatik meg, a mikor közép Európában, az ujhold beállta előtt, a reggeli órákban kelet táján látható; s ilyenkor mindig nagyobb fényben mutatkozik, mintsem ha ujhold után, est idején, az ég nyugati oldalánszemlélhető; a mikor Amerika keskeny szárazföldétől és az Óceán vizének fölületétől nyeri világosságát. Elvégre 4.) eme tűnemények közé tartoznak a hold- és Napfogyatkozások is.

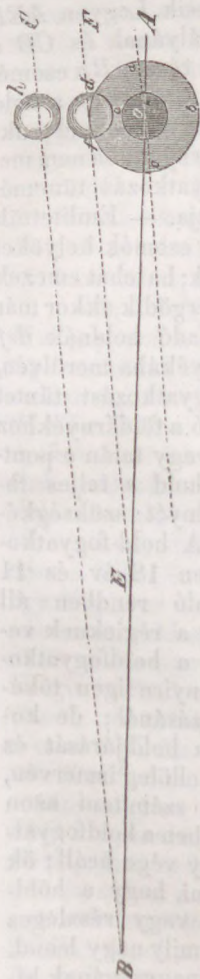
74. *A holdfogyatkozás.* — Legyen (85. ábrában) *N* a Nap, *aob* a Föld, *h* a hold és *hged* a holdpálya; öntapasztatatunkból tudjuk, hogy Földünk a sötét és átlátszatlan égi testek közé számítandó, s mint ilyen a Naptól elfordított oldalon *bca* zömárnyékot és *cbf*, *cag* félárnyékot vetni kénytelen; a zömárnyék szükségképen kúp alakú, mivelhogy a Nap átmérője tetemesen nagyobb a Föld átmérőjénél; ezen árnyék- kúpnak csúcsa *c* legarlább is negyedfélszer esik annyira a Föld központjától, mint a hold; és szélessége *de*, a hold távolságában, mintegy $2\frac{4}{5}$ -szer akkora mint a hold valódi átmérője. Innen már most önkint következik, hogy a hold, mely, a mi Földünk módja szerint, csak a Naptól nyert fény segítségével világít, a Föld árnyékába merülván szükségképen elsötétedik; e tűneményt *holdfogyatkozásnak* mondjuk, mely, a mint a 85-dik ábrából látható, csak a hold tölte alkalomával állhat be, és a szerint vagy *teljes* vagy *részleges*, a mint vagy az egész hold, vagy csak ennek része a Föld árnyékába merülván sötétté válik. Ha a hold és Föld pályái egész kiterjedésekben ugyanazon síkba esnének, akkor a teljes holdfogyatkozás tűneménye a holdnak minden töltekor állna elő, és mi a teljesen világító holdkorongot soha sem látnók; de mivel e pályák síkjai csak a csomóvonalban esnek össze, a holdfogyatkozás sajátképen csak akkor jö létre, ha a csomók egyike

85. Ábra.



a Föld árnyékába, vagy emennek szomszédságába esik. Legyen AEB (86. ábra) a földpályának és CB a holdpályának egy része, B a csomó, $abca$ a földárnyék átmetszete a hold távolságában, h legyen a hold; akkor emez, a Föld árnyékába nem merülván, a holdfogyatkozás tüneményét nem mutathatja. — Említettük azonban, hogy a csomók helyöket folyton változtatják; hatehát emezek egyike E pontba vergődik, akkor már az FE pályán haladó holdnak def része, a Föld árnyékába merülván, részleges holdfogyatkozást tüntet elő; és ha a csomó a földárnyékhoz még közelebbre, vagy talán o pontba esik, akkor a hold a teljes fogyatkozás tüneményét szükségképen láttatja. — A hold-fogyatkozások sora minden 18 év és 11 nap múlva hasonló rendben áll elő, s e körülmény a régieknek vezérfonalul szolgált a holdfogyatkozás idejének többnyire igen tökélytelen meghatározásánál; de körülünk csillagászai, a holdjárását és háborait ma már kellőleg ismervén, ki tudják pontosan számítani azon időpillanatot, melyben a holdfogyatkozás kezdete vagy vége beáll; ők megtudják határozni, hogy a holdfogyatkozás teljes vagy részleges és minden esetben mily nagy leend. A holdfogyatkozás nagyságának kimutatása végett, a holdátmérő 12

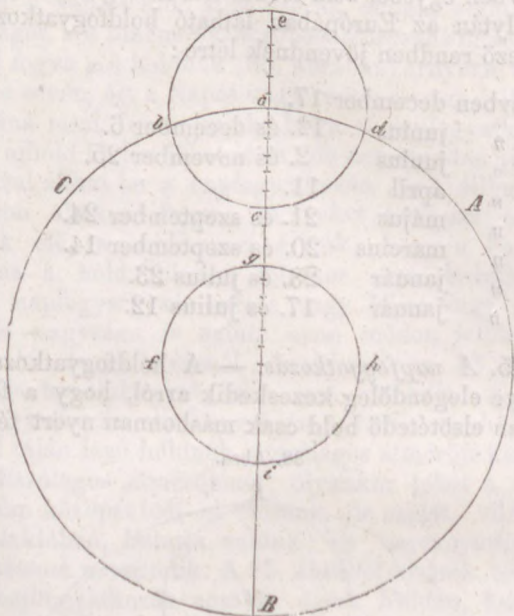
86. Ábra.



egyenlő részre osztatik, s ily egy rész *hüvelyknek* neveztetik, mely ismét 60 egyenlő részre állónak képzeltetik, és ezek *perceknek* mondatnak. A 87. és 88. ábra, hol a nagyobb körök a földárnyék átmetszetét s a kisebbek a holdat ábrázolják, háromféle holdfogyatkozást tüntet elő, és pedig épen azon pillanatban, a melyben a holdfogyatkozás a legfőbb fokot éri. Ha már ilyenkor, a részleges holdfogyatkozásnál, az árnyékba merült holdrésznek legnagyobb szélessége (például *ac* a 87-dik ábrában) 6 hüvelyknyi, akkor azt mondjuk, hogy a holdfogyatkozás 6 hüvelyknyi. A teljes holdfogyatkozás 12 hüvelyknyi, ha a hold a földárnyékba csak annyira merül, hogy szélességének legvégsőbb pontja *k* (88. ábrában) a földárnyék szélén túl ne hatoljon; de ha, a teljes fogyatkozásnak legnagyobb voltakor, a hold szélességének legvégsőbb pontja *g* (87. ábrában) ott, a hol a földárnyék széléhez legközelebb áll, ez utóbbitól 9 hüvelyknyi távolságra esik, akkor a holdfogyatkozás $12 + 9$, vagyis egy szóval 21 hüvelyknyi; a holdfogyatkozások tartamai egymástól nagyban elütők; a legtovábbig tartó teljes fogyatkozás a hold bemerülésének kezdetétől végleges kimerülteig 4 órát s 38 percet igényel.

— Teljes holdfogyatkozás alkalmá-

87. Ábra.



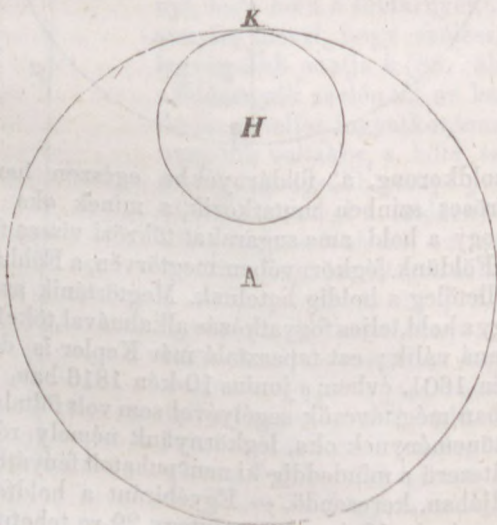
val a holdkorong, a földárnyékba egészen bemerül-
vén, vöröses színben mutatkozik, a minek oka abban
rejlík, hogy a hold ama sugarakat tükrözi vissza felénk,
melyek Földünk légkörnyében megtörvén, a Föld árnyé-
kába s illetőleg a holdig hatolnak. Megtörténik azonban
az is, hogy a hold, teljes fogyatkozás alkalmával, tökélyesen
láthatlanná válik; ezt tapasztalá már Kepler is decem-
ber 9-kén 1601. évben; s június 10-kén 1816-ban, a hold
Londonban még távcsők segélyével sem volt föltalálható
e ritka tűneménynek oka, légkörnyünk némely rétegei-
nek sajátzerű s mindeddig ki nem puhatolt fényátbocsá-
tási módjában, keresendő. — Egyébiránt a holdfogyat-
kozások számát, 18 év alatt, mintegy 29-re tehetjük; s

e tünemény egyegy évben legfőlebb kétszer — de némely évben egyszer sem fordul elő. A legközelebbi évtized folytán az Európában látható holdfogyatkozások következő rendben jövendnek létre :

1861.	évben december 17.	
1862.	" junius	12. és december 6.
1863.	" junius	2. és november 25.
1865.	" april	11.
1866.	" május	21. és szeptember 24.
1867.	" marcius	20. és szeptember 14.
1869.	" január	28. és julius 23.
1870.	" január	17. és julius 12.

75. *A napfogyatkozás.* — A holdfogyatkozás tüneménye elegendőleg kezeskedik arról, hogy a földárnyékban elsötétedő hold csak máshonnan nyert fénysu-

88. Ábra.



garak segélyével világít; de a tapasztalás azt is tanítja, hogy a hold átlátszatlan; mivelhogy emez, ha ujhold alkalmával a Nap és Föld közé szorul, elfogja előlünk a Nap világát, s e tűneményt *napfogyatkozásnak* mondjuk, melynél fogva a *h* holdnak (85. ábrában) árnyéka, *o*-nál a Földre esvén, ott a Napot vagy részben vagy teljesen láthatatlanná teszi. Innen látjuk, hogy a napfogyatkozás csak az ujhold idején jöhet létre; de nem minden ujhold alkalmával állhat be a napfogyatkozás, nem állhat be ugyanazon okoknál fogva, melyeket kevéssel előbb soroltunk elő, a midőn azt állítók, hogy a holdfogyatkozás a hold minden töltekor nem hozathatik létre. A napfogyatkozás szinte vagy *teljes* vagy *részleges*, és nagysága is szinte azon módon jelöztetik, mint a holdfogyatkozásnál, csakhogy ez 13 vagy még több hüvelyknyivé soha sem válhatik. A teljes napfogyatkozás alkalmával megeshetik az, hogy a földtávol táján levő holdnak látszólagos átmérője kisebb a Nap látszólagos átmérőjénél; olyankor tehát a hold csak a Nap közepét fedi el előlünk, de szélét, világító gyűrű alakjában, láttatja velünk; ily napfogyatkozás *gyűrűalakúnak* neveztetik. A 85. ábrából kitűnik az is, hogy a napfogyatkozás nem az egész Földön, hanem csak egyes helyeken, például *o* körül, látható; a csillagászok föladata tehát nem csak e tűnemény beállításának idejét, hanem egyszersmind azon helyeket is kimutatni, a hol a napfogyatkozás vagy teljes vagy részleges leend. A teljes napfogyatkozás alkalmával legfőlebb is csak 5 időpercig tarthat azon tűnemény, hogy a hold a Napot egészen eltakarja; mi közben a Föld állatai saját szerű nyugtalankodást tüntetnek elő, a madarak mintegy ijedezve ide s tova röpködnek, a kutyák vonítanak, s a mi még meglepőbb, az észszel megáldott halandók közt is találkoznak olyanok, kiknek keblét e nagyszerű látvány aggodalommal és rémülettel tölti el. A napfogyatkozások, melyeknek sora a holdfogyatkozások módja szerint

szinte minden 18 év és 11 nap múlva hasonló rendben ujul meg, az egész Földre vonatkozólag gyakoriabban a holdfogyatkozásoknál, mert az imint említett időszak alatt mintegy 40-szer fordulnak elő; de a Föld egyes helyein, középleg véve, minden két évben egy részleges- és minden 200 évben egy teljes napfogyatkozás fordul elő. Európában századunk hátralevő négy évtizedében 15 napfogyatkozás lesz látható, ugymint;

1.) 4 teljes: a.) december 31-kén 1861-ben, mely a mexikói tengeröbölben, Afrikában és Görögország legdélibb csúcsán teljesnek fog mutatkozni; nálunk ekkor a Nap a részleges fogyatkozás tartama alatt fog leáldozni; b.) december 22-kén 1870-ben, mely Kadix-, Palermo-, Messina-, Konstantinápolyban s nem különben Algier vidékén is teljesnek fog látszani; Algier vidéke tehát, hol e tűnemény július 18-kán 1860-ban is mutatkozott, ama rendkívülig ritka szerencsében részesül egy évtized alatt két teljes napfogyatkozást láthatni; c.) augusztus 19-kén 1887-ben Havelberg-, Berlin-, Moszkauban; d.) augusztus 9-kén 1896-ban Drontheim-, War-doe-, Kolában. — 2.) Három gyűrűalakú napfogyatkozás leend: a.) március 6-kán 1867-ben, Palermo-, Widdin-, Erdély-, Kászanban; b.) június 17-kén 1890-ben, Kandában, c.) május 28-kán 1900-ban, Oporto-, Toledóban. — 3.) 8 részleges, melyek között a december 22-dikén 1870-ben beállandóréánk nézve legjelentékenyebb leend.

76. *Apály, dagály és a hold tömötsége.* — Legyen (89. ábrában) *abcd* a Föld fölülete, *O* a ponttárövidült földtengely, *efig* a légkörny határa azon egyensúly következtében, melybe a légkörny részecskéi helyezkednének, ha azokra csupán csak a Föld nehézségi ereje hatna. Ugyde a légrészecskék a *H*-ban levő holdtól is vonzatnak, és pedig a közelebb *e* erőbben mint *a* távolabb *f* vagy *g*, és ezekszinte erőbben mint *n*; a holdnak emez egyenlőtlen hatása, a természettan kétségbe vonhatlan tantétei szerint, eszközli azt, hogy *a*

ismét a hold és Föld központjaival egy vonalba essék; ezen ívet a Föld mintegy 50 időperc alatt járja be, a honnan önkint következik, hogy a kétszeri apály és kétszeri dagály tüneménye 24 óra-és 50 percig tart. — Eme tünemények nagy kiterjedésű tengereken is ugyanazon módon és ugyanazon okoknál fogva mutatkoznak, s *vizapály-* és *vizdagálynak* neveztetnek; s különösen mikor a tenger víze a dagály alkalmával legnagyobb magasságát éri, akkor azt modjuk, hogy a *fennár* állt be; a *sekélyár* ellenben akkor jó létre, a mikor a víz, apály alkalmával, legmélyebb állását éri. A vizapály- és dagályra vonatkozólag a tapasztalás azt tanítja: 1.) hogy a víznek tehetlenségénél fogva a fennár nem a hold delelésekor, hanem valamivel későbbben szokott beállni; azon idő, mely a hold delelésének pillanatától a fennár beálltáig foly le, *révidőnek* neveztetik; mely különféle helyeken, többnyire helybeli és elegendőleg ki nem puhatolt okoknál fogva, különféle hosszúságúnak tapasztaltatik; így Cadixban a révidő 1 óra-és 15 percig, Lissabonban 4 óráig, Cherbourgban 7 óra-és 45 percig, Calaisban 11 óra-és 45 percig, Hamburgban 5 óráig tart stb. 2.) Nem csak a hold, hanem a Nap is idéz elő apályokat és dagályokat; csak hogy ezek, a sokkal távolabb Napnak a Föld részecskéit kevesbbé egyenlőtlenül vonzó hatása miatt, majdnem harmadfélszer kisebbek a hold által létrehozottaknál. Ha tehát ujhold és holdtölte alkalmával a hold-és Napnak ebbeli hatásai összevágók, akkor a tünemények nagyobb mérvben mutatkozáván *szőkő dagálynak* neveztetnek; de ha a hold a negyedekben van, akkor a Nap és hold hatásai ellentétesek lévén, az úgy nevezett *gyöngé dagályt* idézik elő. 3.) Az apály és dagály nagysága, beállási ideje s a víz haldadásának iránya nagy mértékben függ a tengerek kiterjedésétől, a partok helyzete- és alakjától, a szelek iránya-és erejétől és sok egyéb helybeli körülménytől.

Igy Bayonneban a szökő dagály 9 lábra, Londonban 18-, s a fundyi tengeröblkében (angol Éjszakamerika délkeleti partjain) 60-söt 70 lábra is emelkedik. De a beállási idő is nagyban változik; Flinder beszéli, hogy 1802-ben, január hónapában, Ujholland déli partján, a fennár 16 napon át minden 24 órában csak egyszer jött létre. Elvégre olyan példák is vannak, hogy a haladó víznek keletről nyugat felé tartó iránya sok helyen igen tetemes eltéréseket tüntet elő. — Ha a holdnak dagályt szülő hatását a Napnak ebbeli hatásától különválasztjuk, számolás után meg lehet határozni, hogy mennyi tömeggel kell a holdnak bírnia, hogy nehézségi ereje az említett eredményt előidézhesse. Azonban a hold tömeg-mennyisége más módokon is meghatározható, és mintegy 80-szor (sajátképen csak $79^{667}/_{1000}$ -szer) csekélyebb a Föld tömegénél; és mivel a hold, térfogatra nézve, csak mintegy 50-szer kisebb a Földnél, önkint következik, hogy a hold csekélyebb tömötségiű a Földnél; s különösen, ha a Föld tömötségiét egynek vesszük, akkor a hold tömötsége csak $628/_{1000}$; vagyis a Föld $5^{5}/_{10}$ -szer-, a hold $3^{45}/_{100}$ -szor oly tömött mint a víz. Ezek után már nem nehéz számolás után kimutatni, hogy amaz erő, melylyel a hold a fölületén levő tárgyakat központja felé vonzza, $5^{93}/_{100}$ -szor kisebb azon erőnél, melylyel a Föld fölületén levő tárgyak emennek központja felé vonzatnak; a mi tehát a Földön 593 fontnyi súlylyal bír, az a holdba vitetvén csak egy mázsányi volna; a nálunk egy mázsás ember a holdban csak mintegy 17 fontnyi súlylyal bírna; a kö, mely nálunk esés alkalmával az első időmá-sodpercben $15^{1}/_{10}$ párisi lábra halad, a holdban ugyanazon idő alatt csak harmadfél (sajátképen 2 és $546/_{1000}$) lábra esnék.

77. *A holdfölület alkata.* — A holdkorong szabad szemmel vizsgálattván, különféle, sötét és világos foltokat tüntet elő; a távcsők segélyével a sötét foltok álta-

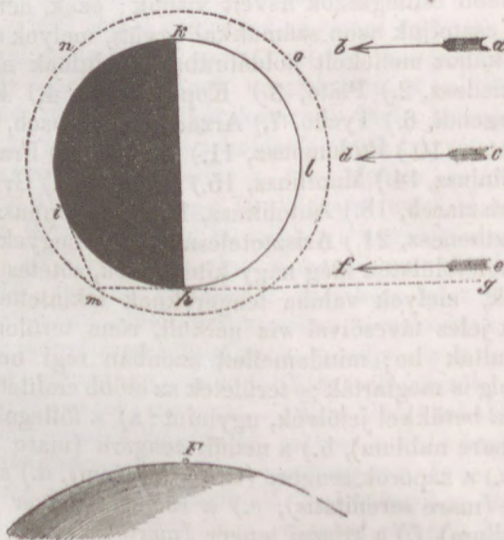
lában rónaságoknak vagy mélyedéseknek- s a világosak emelkedéseknek mutatkoznak. A holdnak fölülete tehát hegyes völgyes, s a hegyek azon oldalra, melyre a napfény nem hatol, árnyékot is vetnek, melynek helyzete, alakja és kiterjedése a szerint változik, a mint a hold a Naphoz képest más meg más állásba vergődik; ezen árnyék nagyságából a holdbeli hegyek magassága meghatározható; s ekkép tűnt ki, hogy a holdban oly hegyek is vannak, melyek 25 ezer lábnyira emelkedvén, magasságra nézve a Föld legnagyobb hegyeivel vetekednek. Egyébiránt a holdbeli hegyek magasságai más módokon is meghatározhatók; sőt e tekintetben vajmi jó kiindulási pontul szolgálnak a hold egyes hegyeinek ama képei, melyek újabb időben a fényképezés útján szerencsés sikerrel állítottak elő. Ebbeli kísérletek között legtöbb elismerésre méltó az, melynek főfő eszközlője vala Secchi, a nagyhirű római csillagász az ottani csillagda jeles távcsőjével, mely óramű segélyével oly mozgásba hozható, hogy a hold járásának megfelelően, a holdfölület ugyanazon részének képét hosszabb ideig láttatja. E távcső segélyével Secchi a holdnak egyik hegyét, mely Kopernikusznak neveztetik, a fényképezés útján oly mértékben állítá elő, hogy 10 földrajzi mérföld a létre hozott fényképen egy hüvelyknyi nagyságban mutatkozik; e fénykép szerint Kopernikus hét hegykúppal bír, melyek egymással szemközt kört képeznek, s meredek oldalaik fokterületig ereszkednek alá. Phillips e művet igen sikerültnek mondja, és nagyban hiszi, hogy a holdban teendő fölfödözések küszöbére sajátképen csak most jutottunk. — Egyébiránt a hold hegyei között vannak *hegyláncok*, melyek a Föld hegyláncainak módjára gyakran igen hosszúra terjedvén, helylyel közzel magasbra emelkedő hegycsúcsokat tüntetnek elő; de vannak igen nagy számmal olyanok is, melyek *gyűrűhegyeknek* neveztetnek, mivelhogy gyűrűt képező sáncok alakjában körídomú területet zárnak kö-

rül, melyből ismét nem ritkán kúpok emelkednek, ezek azonban a sáncok magasságával soha föl nem érnek. Eme kör alaku képződmények, ha átmérőjük hosszsága a 10 mérföldet meghaladja, *sáncterületeknek* is mondatnak; de meg a 2 mérföldnél kisebb átmérővel bírók *töböröknek* neveztetnek. A gyűrűhegyek alakja emlékeztet némileg bennünket a juraképződmények ama messzeterjedő medenceire, melyek gyűrűalakban mere-deken emelkedő hegyektől körülkerítvék, s német-, francia- és angolhonban gyakran fordulnak elő. Humboldt Sándor és egyéb, legfőbb tekintélyű természetbuvárok a gyűrűhegyeket *emelkedési töböröknek* tartják, melyek az egykoron roppant mérvben hatott vulkáni erők következtében emelkedtek föl, de jelenleg a tűzhányás tü-neményeit már nem mutatják. A gyűrűhegyek többnyire a híresebb csillagászok neveit viselik; ezek némelyeit mi ide csatoljuk azon számokkal együtt, melyek alatt az e munkához mellékelt holdábrában fordulnak elő: 1.) Archimedesz, 2.) Plato, 3.) Kopernikusz, 4.) Kepler, 5.) Gassendi, 6.) Tycho, 7.) Arzach, 8.) Purbach, 9.) Regiomontan, 10.) Ptolomeusz, 11.) Apian, 12.) Fracastor, 13.) Plinius, 14.) Maniliusz, 15.) Galilei, 16.) Grimaldi, 17.) Arisztarch, 18.) Autolikus, 19.) Arisztippusz, 20.) Eratoszthenesz, 21.) Arisztotelesz. — A hegyeken kívül a holdföläleten még nagy kiterjedésű, sötétes foltok láthatók, melyek valaha tengereknek tekintettek; de korunk jeles távcsőivel víz nélküli, róna területeknek bizonyultak be; mindamellett azonban régi neveiket mainapig is megtarták; e területek az előbb említett hold-ábrában betűkkel jelölvék, ugymint: a) a föllegek tengere (mare nubium), b.) a nedűk tengere (mare humorum), c.) a záporok tengere (mare imbrium), d.) a derű tengere (mare serenitatis), e.) a csöndes tenger (mare tranquillum), f.) a kriszai tenger (mare crisium), g.) a termékenység tengere (mare foecunditatis), h.) a nektar tengere. — Elvégre meg kell még említeni a holdfölälet-

nek ama sötét, keskeny és hosszukás szalag gyanánt elterülő foltjait, melyek *barázdáknak* vagy *hegyeknek* neveztetnek; ezeket a tudós világ valamikor folyamoknak hitte, de korunk távcsöi azokat keskeny és hosszúra nyúló mélyedések gyanánt tüntetik elő, melyekben a víznek semmi nyoma nincsen.

78. *A hold légkörnye és vize.* — A holdfölület azon része, mely folytonosan felénk van fordítva, vagy semmi légkörnnyel nem bír, vagy ha bír, akkor e légmenyisége szükségképen észrevehetetlenül csekély; s ezen állítás valóságáról a következő két bizonyíték kezeskedik: 1) legyen *kih* (90. ábra) a hold fölülete, s *khl* e fölületnek azon része, mely az *ab*, *cd*, *ef* nyílak irányában

90. Ábra.

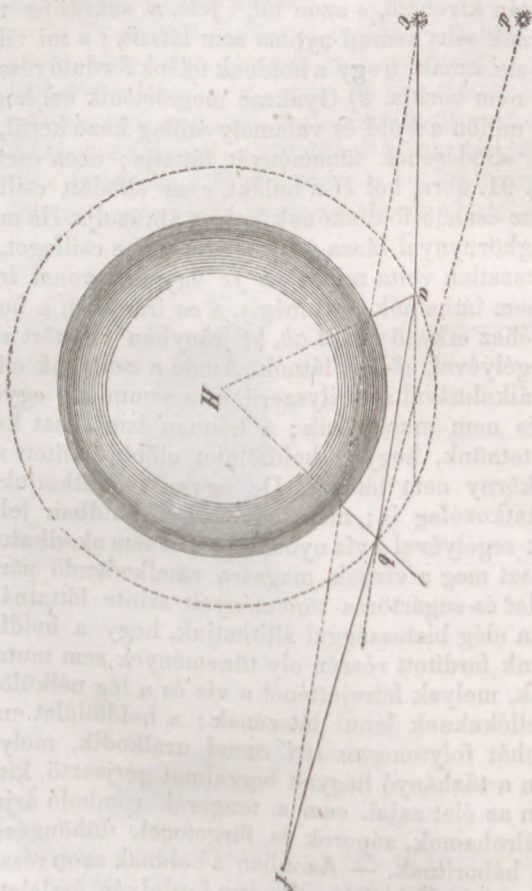


érkező napsugaraktól meg van világítva; *mno* legyen a hold föltételezett légkörnyének határa, *F* a Föld ama

pontja, melyről mi a holdat észleljük: akkor azok szerint, a miket a szürkületről mondtunk, a holdnak szürkületi íve *hi* szükségképen fokozatilag gyöngülő fényben mutatkoznék; azonban az észleletek azt tanúsítják, hogy a holdnak megvilágított és sötét része közötti határ *h* tisztán kivehető, s azon túl, *i* felé, a szürkület tüneményének soha semmi nyoma sem látszik; a mi világos tanujele annak, hogy a holdnak felénk forduló részét légkörny nem borítja. 2) Gyakran megtörténik az, hogy a hold, a midőn a Föld és valamely csillag közé kerül, a csillagok elfödésének tüneményét láttatja; ezen esetet mutatja a 91. ábra, hol *H* a holdat, *c* az elfödött csillagot és *f* az észlelő földlakónak helyét ábrázolja. Ha már a hold légkörnyyel bírna, akkor mi, kik e csillagot, a hold átlátszatlan volta miatt, az *fc* egyenes vonal irányában nem láthatnók; azt mégis, a *ca* irányban a hold légkörnyéhez érkező és ott *ab*, *bf* irányban megtört sugarak segélyével, *d*-ben látnók. Ámde a csillagok elfödésének alkalmával sem ilyszerű, sem semmiféle egyéb sugártörés nem mutatkozik; a honnan ismét azt kell következtetnünk, hogy a holdfölület előbb említett részén légkörny nem létezik. De ugyanazt állíthatjuk a vízre vonatkozólag is; mert egyrészt a holdban jeles távcsőink segélyével a víz nyomára sehol sem akadhatni; de másrészt meg a víznek magasra emelkedendő párái a szürkület és sugártörés tüneményeit szinte láttatnák. Ezek után elég biztossággal állíthatjuk, hogy a holdfölület felénk fordított részén oly tünemények sem mutatkozhatnak, melyek létrejötténél a víz és a lég nélkülözhetlen kellékeknek lenni látszanak; a holdfölület eme részén tehát folytonosan síri csend uralkodik, melyet soha, sem a tűzhányó hegyek borzalmat gerjesztő kitörései, sem az élet zajai, sem a tengerek romboló árfjai, sem a szélrohamok, záporok és fürgetegek dühöngései, meg nem háborítanak. — Azonban a holdnak azon részét illetőleg, mely a Föld felé soha sem fordulván, észlelete-

ink tárgyává nem válhatik, Hansem, a góthai csillagda nagyhirű igazgatója, azon véleményben van, miszerint nem lehetetlen, hogy ott víz is, légkörny is létezik. Hansen tudniillik, (ki a hold mozgásának észleletével

91. Ábra.



sok év óta fáradhatlanul foglalkozik, s ki után leginkább e munka folytatában a holdra vonatkozó, számokkal jelölt adatok közölvék) a hold forgásával járó tűneményekből alapos számolások útján kimutatá, hogy a hold súlypontja a központtal össze nem esik, hanem hogy ez utóbbi mintegy 8 földrajzi mérfölddel közelebb áll a Földhez, mintsem a hold súlypontja; s ezen esetben a légkörny túlnyomólag nagyobb mennyisége a holdfölet azon részére nyomulni kénytelen, mely a súlypont-hoz közelebb esik. Ekkép tehát, Hansen nézete szerint, a holdföletnek Földtől elfordult része légkörnnyel is, vízzel is bírhat; és a mi nem épen lehetetlen, talán élő lényekkel is bővelkedik, melyek azonban, a hold saját-szerű természeténél fogva, Földünk növényei- és állaitól szükségképen nagyban elütök. A hold ilyenén alakultának okát Hansen a hajdan működött vulkáni vagy vulkánszerű erőkben keresi, melyek a holdnak felénk fordított részén kisebb ellenállásra találván, ama fölötté nagymérvű emelkedéseket hozták létre, melyeket a csillagászok észlelő szeme a holdban vön észre. Sőt Hansen hajlandó a hold barázdáit is oly hasadékoknak tartani, melyek valószínűleg e roppant emelkedések alkalmával keletkeztek.

D) A bolygókról általában.

79. *A bolygóknak némely közös sajátságai, osztályozása és mozgás-nemei.* Miután a Földdel és emennek holdjával némileg megismerkedtünk, rendén leend már most a többi bolygóról is, mindenek előtt általában, utóbb pedig részletesen értekezni. A bolygók, külsejökre vonatkozólag, általában véve, az állócsillagoktól szabad szemmel meg nem különböztethetők; azonban jó távcsők segítségével észleltetvén, többnyire megmérhető átmérővel bíró, apró korongoknak mutatkoznak; holott az állócsillagok a nagyszerűbb távcsőkön át kiterjedés nélküli pontok gyanánt tűnnek föl. De sőt jó távcsökekkel a bolygók fölületén különféle egyenetlenségek észrevehetők, a miből azt következtethetjük, hogy a bolygók oly szilárd égitestek, melyeken, épen úgy mint a mi Földünkön, hegyek völgyek fordulnak elő; és, a mi még meglepőbb, némely tűnemények oda mutatni látszanak, hogy a bolygók föllegekkel s következőleg nemcsak légkörnnyel, hanem vízzel is bírnak. Egyébiránt a bolygók a Naptól nyert fény segítségével világítanak és átlátszatlanok; mert némelyeken, (például Merkur- és Venuszon), olyszerű tűnemények észrevehetők, melyeket, a holdra vonatkozólag, holdváltozatoknak mondottunk; de mások meg, (Jupiter, Szaturnusz) a Naptól elfordított oldalra árnyékot vetvén, az ebbe merült holdjaikat elsötétítik; a többire nézve pedig, melyeken ilyen tűnemények mindeddig észre nem vétethettek, a hasonlóság alapján vont következtetésen kívül, egyéb okaink is vannak, melyek igen valószínűvé teszik, hogy eme bolygók is sem az önfé-

nyű, sem az átlátszó testek közé nem sorolhatók. — A bolygók osztályozására vonatkozólag meg kell említenünk, hogy ama főbolygók, melyek közelebb esnek a Naphoz mintsem a mi Földünk, *alsóknak* neveztetnek, a minőt eddigelé csak kettőt ismerünk, ugymint: Merkurt és Venuszt; a többiek mind távolabbra esnek a Naptól mintsem a mi Földünk, és ezek *felsőknak* hivatnak. Humboldt Sándor a bolygók osztályozásánál a bolygódokat veszi kiindulási pontul; s mind ama főbolygókat, melyek a Nap és bolygódok közé esnek, *belsőknak* mondja; ezek sorába tartozik: Merkúr, Vénusz, Föld, Marsz; azon főbolygókat ellenben, melyek távolabbra esnek a Naptól, mintsem a bolygódok legtávolabbja, Humboldt Sándor *külsőknak* nevezi; ezek közé sorolandó: Jupiter, Szaturnusz, Uranusz, Neptunusz. Ezek szerint a főbolygóknak három neme ismeretes; vannak tudniillik *belső bolygók, bolygódok és külső bolygók*. — A bolygók fölületén észrevett egyenetlenségek oly haladó mozgást tüntetnek elő, melynél fogva a korong egyik szélére kerülván láthatlanokká válnak, de némi idő múlva az ellenkező oldalon jelennek meg, a honnan szükségképen azt kell következtetnünk, hogy a bolygók, Földünk napi mozgását utánzólag, tengelyeik körül forognak. E forgó mozgáson kívül a bolygók keringő mozgással is birnak, melynél fogva a világtérben kitüzött pályáikon a Nap körül járnak; eme jártukban a bolygók sajátsterü tüneményeket mutatnak, melyeknél fogva többnyire nyugatról kelet felé haladnak, s ily irányu mozgásuk *előmenőnek* neveztetik; de helylyel közzel keletről nyugatfelé tartván, *hátramenő* mozgást tüntetnek elő; s elvégre olykor, az állócsillagok módja szerint, ugyanama helyen *vesztegelni* látszanak.

80. *A csillagászat bölcsőkorának rövid történelme.* — Mielőtt ama fejtegetések tárgyalásába bocsátkoznánk, melyek a bolygóknak imint említett keringő mozgására vonatkoznak; jónak látjuk előbb mintegy dióhéjba szo-

ritva elősorolni azon eredményeket, melyeket a csillagászat terén az ókorbeli észlelők fáradozásainak kell köszönnünk. E helyen mindenek előtt megemlítendők azon őskori adatok, melyek a csillagászat legzsengőbb voltának idejére nézve nyujtanak némi fölvilágosítást.— Az egiptomiak, kiknél az időszámításra használt *szent év* folytonosan csak 365 napból állt, csakhamar észrevevék, hogy, ha azon állócsillag, melyet mi Sziriusznak mondunk s ők Szotisznak is neveztek, a *szent év* kezdetének pillanatában épen kelőben vala; akkor az, a következő *szent év* kezdete után, mintegy hat órával későbbben kelt: a honnan szükségképen azt kellett következtetniök, hogy a fordulati (vagyis szerintök a *Sziriusz-féle*) év, mely Sziriusz keltével kezdődött, mintegy 6 órával hosszabb a *szent évnél*. Ennél fogva a Sziriusz féle év minden négy-négy *szent év* után egy-egy nappal későbbben kezdődött; és minden négyszer 365, vagyis 1460 *szent év* múlva, az 1461-dik *szent év* s az 1460-dik Sziriusz-féle év egyszerre álltak be. Emez, 1460 *szent évből* álló időköz *Sziriusz- vagy Szotisz-féle időköznek* neveztetik; melynek megalapítására, némely tudósok (például: Bailly, Volney, Dupuis) véleménye szerint, igen sok évezredre terjedő tapasztalat szükségeltetett; a mi mintegy oda mutatni látszik, hogy az egiptomiak Krisztus előtt ezer meg ezer éveken át csillagászati észleletekkel foglalkoztak. E nézetre nézve mi csak azt az észrevételt teszszük, hogy, ha az egiptomiak az 1322-dik évben Krisztus előtt Sziriuszt a *szent év* beálltának pillanatában s a következő évben mintegy 6 órával későbbben kelni látták; és ha a tapasztalat a Sziriusz-féle évet a *szent évnél* mintegy 6 órával hosszabbnak utóbb is bebizonyítá: akkor az egiptomiak egyszerű szorzás útján is vergődhettek ama meggyőződésre, melynél fogva a *szent és Sziriusz-féle évnek* együttlleges beállását, Censzorinusz tanusítása szerint, azon évre határozták, melyet mi Krisztus születése után

139-diknek mondunk. És hogy az egiptomiak a Szotisz-féle időközök csak is ez uton alapították meg, kitűnik leginkább abból, hogy az évezredekre terjedő tapasztalat útján szükségképen meggyőződtek volna arról, miszerint a szent- és Szíriusz-féle évnek kezdete sajátképen csak mintegy 1507 év múlva eshetik ismét össze.

Vannak tudósok, kik a csillagászat terén legrégebb adatoknak tartják ama kettőt, melyeknek nyomára állítólag a chinaiaknál akadhatni; az egyik szerint valaha az ég boltozatán 5 bolygó volt egymás mellett szemlélhető; Montucla e tünemény idejét a 2460-dik évre teszi Krisztus születése előtt, a mikor, számolásai szerint, Szaturnusz, Jupiter, Marsz, Merkur s a hold egymás mellé kerültek. A másik adat napfogyatkozásra vonatkozik, mely állítólag Krisztus születését 2155 évvel előzte meg. Azonban, e két adat hitelessége kétséges lévén, kielégítő biztossággal csak annyit mondhatunk, hogy a napállás kori árnyéknak (Loyang városában történt s már a 64-dik szám alatt említett) mérései azt mutatják, hogy a chinaiak már mintegy 1100 évvel Krisztus születése előtt csillagászati észleletekkel foglalkoztak.

A chaldeusokról, kiket sokan a csillagászat legelső ápolóinak tartanak, az állittatik, hogy észleleteik, Krisztus korát megelőzőleg, 2200 évre terjednek; mely állításnak azonban igen kötve kell hinni már csak azon okból is, hogy Ptolomeusz, ki az ókorbeli észleletek eredményeit elég szorgalommal egybegyűjté, a 719. és 720-dik évi holdfogyatkozásokon kívül, a chaldeusok egyéb észleleteit nem említi. — Hogy a csillagászatot a héberek is némileg figyelemre méltaták, kitűnik egyrészt Jób könyvéből; melynek szerzője, ki Krisztus korát hihetőleg másfél évezreddel megelőzte volt, Oriont, Göncöl Szekerét s a Fias-tyukot ismeré; de másrészt meg a hébereknél divatozó husvéti ünnepek idejének meghatározása a csillagászati észleleteket nélkülözhetlenekké tevő. Egyébiránt az imint említett és más, említésre kevesbbé méltó népeknek

minden érdeme a csillagászatra vonatkozólag sajátképen csak abból áll, hogy ők a hold- és napfogyatkozásokat, az üstökösök megjelenését s a világtér egyéb szokatlan tűneményeit jegyzékekbe iktaták, melyeknek egyéb célja nem vala, mint hogy azokból a bekövetkezendő fogyatkozások ideje, habár tökélyetlenül is, megtudassék és némely esetlen következtetések vonassanak; de hogy e jegyzékek a csillagászati kutatásoknál valaha vezérfonalul szolgáljanak, az eme népeknek valószínűleg soha eszökbé sem jutott.

A csillagászat fejlődési kora sajátképen csak akkor kezdődött, a mikor Alekszandria, a Ptolomeusok uralma alatt, a tudományos műveltség központjává vált; hol mintegy 300 évvel Krisztus előtt, a csillagászat előmozdítása végett, Ptolomeusz Filadelfusz, egiptomi király költségén, diszes épület emeltetett; melyben a csillagászok, az akkori időben divatos eszközökkel bőven ellátva, észleleteiket háborítlanul és szakadatlanul folytathaták. Az alekszandriai csillagda első csillagászaivalának Timocharisz és Arisztillus, kiknek érdemül tulajdoníttatik, hogy ők a kitünőbb állócsillagok helyeit, vagyis inkább elhajlásait meghatározták.

Az ókor legnagyobb csillagásza vala a niceabeli Hipparch, ki a 2-dik században Krisztus előtt élván, a csillagászat tudományos kezelésének fő alapítójául tekintendő. Hipparch a 365 és $\frac{1}{4}$ napnyinak vélt fordulati évet 365 nap-, 5 óra-, 55 perc- és 12 másodpercnyninek találván, emennek tartamára nézve, elég tökélyetlen szereivel is, csak mintegy 6 percben tévedett. Hipparch a nappályának Eratoszthenesz (276 – 196 Kr. e.) által fölföldözött hajlását szabatosan határozá meg. Hipparch az évszakokat, tartamukra vonatkozólag, egymástól elütőknek találván, a nappálya középküliségével ismerkedett meg. Hipparch a hold járását, pályahajlását, csomóinak haladó mozgását dicső sikerrel észlelgeté, s távolát a Földtől $62-72\frac{1}{2}$ föld-felátmérőnyinek becsülte. Hip-

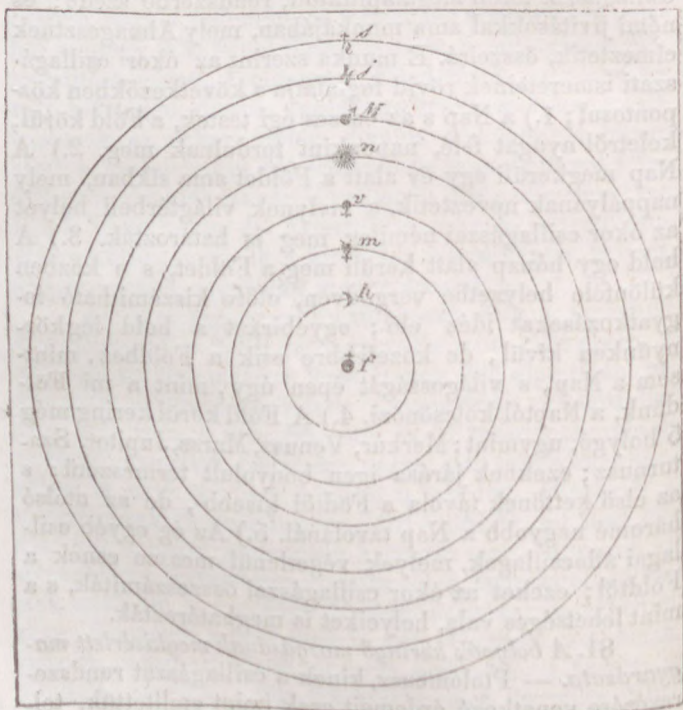
parch, az égboltozatán előbb nem látott csillagnak megjelenése által indítva, a csillagokat összeszámítá, elhajlásukat, sőt egyenes emelkedéseket is kitűnő elmével meghatározá, s ebbeli eredményeit a Timocharisz-félékkel összehasonlítván, az éjegyének előnyomulásának titkába hatolt. Szóval a leleményes eszű és minden nehézségendiadalmaskodni tudó Hipparch, ragyogó föltűnéssel, az ókor összes csillagászait nagyban elhomályosítá.

Hipparch után leginkább említésre méltó Klaudiusz Ptolomeusz, ki Krisztus után a 2-dik század közepe táján Alekszandriában élván mind azt, a mi előtte a csillagászat terén megalapított, rendszerbe szedé; és némi jívításokkal ama munkájában, mely Almagesztnak címeztetik, összeírá. E munka szerint az ókor csillagászati ismereteinek rövid foglalatja a következőkben központosul; 1.) a Nap s az összes égi testek, a Föld körül, keletről nyugat felé, naponkint fordulnak meg. 2.) A Nap megkerüli egy év alatt a Földet ama síkban, mely nappályának neveztetik, s melynek világtérbeli helyét az ókor csillagászhai némileg meg is határozták. 3.) A hold egy hónap alatt kerüli meg a Földet, s e közben különféle helyzetbe vergődván, előre kiszámítható fogatkozásokat idéz elő; egyébiránt a hold légkörnyűnken kívül, de közelebbre esik a Földhez, mintsem a Nap, s világosságát épen úgy, mint a mi Földünk, a Naptól kölcsönözi. 4.) A Föld körül kering még 5 bolygó, ugymint: Merkur, Venusz, Marsz, Jupiter, Szaturnusz; ezeknek járása igen bonyolult természetű; s az első kettőnek távola a Földtől kisebb, de az utolsó háromé nagyobb a Nap távolánál. 5.) Az ég egyéb csillagai állócsillagok, melyek végetlenül messze esnek a Földtől; ezeket az ókor csillagászhai összeszámíták, s a mint lehetséges vala, helyeiket is meghatározták.

81. *A bolygók keringő mozgásának megkísérlett magyarázata.* — Ptolomeusz, kinek a csillagászat rendszerezésére vonatkozó érdemeit csak imint említettük, tel-

jes elismerés- és dicséretre méltó azon tekintetben is, hogy ő vala az első, ki az idők folytával megszapordott csillagászati adatok nyomán a bolygók keringő mozgásának magyarázatába bocsátkozott. Szerinte a Föld a világtér középpontjában mozdulatlanul áll, s körülötte hét körben hét égi test azon rendben kering, a mint azt a 92-dik ábra mutatja, hol *f* a Földet, *h* a holdat, *m* Merkurt, *v* Venuszt, *n* a Napot, *M* Marszt, *j* Jupitert, *s* Szaturnuszt ábrázolja; a nyolcadik körbe Pto-

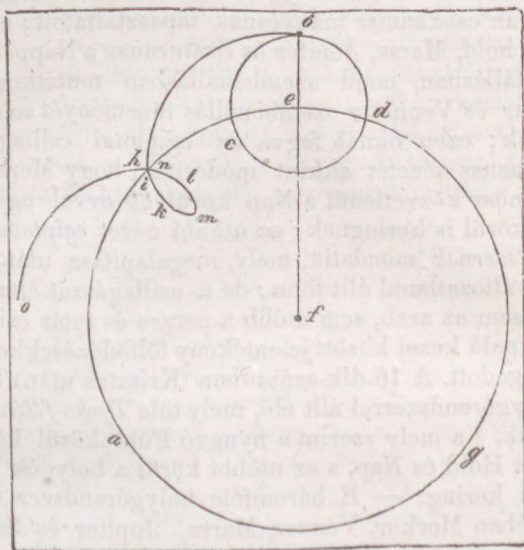
92. Ábra.



lomeusz az állócsillagokat helyezé. Ptolomeusznak eme nézete *Ptolomeusz-féle bolygórendszernek* neveztetik, mely azonban csakhamar hiányosnak tapasztaltatott; mert a míg a hold, Marsz, Jupiter és Szaturnusz a Nappal majd együttállásban, majd szembenállásban mutatkoznak, Merkur és Venusz a szembenállás tűneményét soha sem láttaták; ezen oknál fogva az egiptomi csillagászok Ptolomeusz nézetét akkint módosíták, hogy Merkur és Venusz közvetlenül a Nap körül és evvel együtt a Föld körül is keringnek; ez utóbbi nézet *egiptomi bolygórendszernek* mondatik, mely, megalapítása után, igen soká változatlanul állt fenn; de a csillagászat általában véve, sem az arab, sem utóbb a perzsa és tatár csillagászok ápoló kezei között jelentékeny fölfödözésekkel nem gazdagodott. A 16-dik században (Krisztus után) Tycho új bolygórendszerrel állt elő, mely tőle *Tycho-félének* neveztetik, s a mely szerint a nyugvó Föld körül közvetlenül a Hold és Nap, s ez utóbbi körül a bolygók többi serege kering. — E háromféle bolygórendszer mindegyikében Merkur, Venusz, Marsz, Jupiter és Szaturnusz majd elő — majd hátramenő mozgása akkint magyaráztatott, hogy a míg a bolygó a *bcd* (93. ábra) körben kering, azalatt pályájának központja *e, f* Föld körül, az *eag* kört járja; ha már papírra az *eag* kört rajzoljuk, s *bcd* karika központját *e*-be helyezvén, azt *eag* körben odább huzzuk, akkor tapasztalni fogjuk, hogy a központja körül is forgó karikának *b* pontja a *bhikmlnho* vonalon halad; ily vonal *kerékkörüli vonalnak* mondatik, a *bcd* kör *fiókkörnek* és *eag* szállítókörnek neveztetik. Ezek szerint a bolygók a Föld körül kerékkörüli vonalokban keringnek; s a bolygó, a míg *bhi*-ben halad, előmenő mozgással bír, *ik*-ban vesztegel, s *kml*-ben hátramenőleg mozog. E nézet megfejtí ugyan a bolygók járását, de hogy emez igen nagyon bonyolult, azt már Ptolomeusz is bevallani kénytelen vala.

82. *Köpernik bolygórendszere.* — Köpernikusz, vagy

93. Ábra.



is inkább Köpernik Miklós, frauenburgi kanonok, ki 1472-dik évben a Visztula folyam melletti Thornban született, alapítója vala ama bolygórendszernek, mely *Köpernik-félének* mondatik, s melynek helyes voltáról senki okosan ma már nem kételkedhetik. Köpernik a bolygók járását 23 évig nagy szorgalommal tanulmányozván, elvégre „az égi testek keringéséről“ hat könyvből álló munkát írt, melynek első példánya 1543-dik évben a sajtó alól kikerülván Köperniknek kézhez szolgáltatott, hogy a már haldokló nagy férfiút éltének végperceiben még megörvendeztesse. Köpernik nézete szerint: 1.) a csillagok napi mozgása csak látszólagos, mely a Földnek tengely körüli forgásából magyarázandó. 2.) A Föld egy év leforgása alatt a Nap körül nyugatról keletre teljes keringést végez. 3.) A Föld körül közvetlenül keringő hold,

közvetve a Nap körül is kering. 4.) A főbolygók, éppen úgy mint a Föld, tengelyeik körül s nyugatról keletre tartó irányban a Nap körül is mozognak, s ez utóbbi mozgásuk csak azért mutatkozik szabálytalannak, mivel mi azokat, a Föld folytonos haladása miatt, különböző időkben a világtér különböző pontjaiból szemléljük. Legyen (94. ábrában) N a Nap, $abcd$ a földpálya, 1, 2, 3, 4 oly pályának része, melyet a Naptól távolabbra eső bolygók egyike azon idő alatt fut be, a míg Földünk az egész $abcd$ utat bejárja, $ADCB$ legyen az égi boltozat, melyen állócsillagok mutatkoznak: ha már a mi Földünk a -ban s a bolygó 1-ben van, akkor mi, kik szemeink után ítélve a csillagokat egyenlő távolságban véljük, a bolygót a 1 A irányban, az A mellett veszteglő állócsillag szomszédságában látjuk. Ha a Föld b -be s a bolygó 2-be kerül, mi a bolygót B -nél szemléljük, mozgása tehát A -tól B felé előmenő vala; c -ből mi a 3-ban levő bolygót C mellett, d -ből a 4-ben levő bolygót D mellett látjuk; a bolygó tehát most B -től C és D felé haladni látszott, vagyis mozgása hátramenőnek mutatkozott és így tovább. De ha mi ugyanazon időben a bolygót N -ből, vagyis a Napból észlelhetnők, akkor az E, F, G, H pontokon át haladni látszó bolygónak mozgása folytonosan előmenő volna. Az égboltozat ama pontja, melyben mi a bolygót a Földről észlelve látjuk, a bolygó *földközepi helyének* neveztetik; ama pont ellenben, melyben mi azt a Napból látnók, a bolygó *napközepi helyének* mondatik; az előbb említett esetben, A, B, C, D , földközepi, E, F, G, H napközepi helyeknek tekintendők. Azok után, a miket a Föld kétféle mozgásáról mondtunk, igen fölösleges a Köpernik-féle bolygórendszernek igaz voltát új bizonyítékokkal támogatni.

83. *Kepler törvényei.* — Köpernik rendszere a bolygók mozgásának valóságát kimutató, de hátra vala még a sokkal nagyobb föladat, tudniillik ama törvények kipuhatólása, melyekhez a bolygók, Nap körüli járásuk

ban, alkalmazkodnak. E törvényeket kifejté Kepler János, a számtan nagy mestere s a csillagtan mai állásának dicső létrehozója, ki Vürtembergnek Weil nevű falujában született december 27-kén 1571-ben s meghalt Regensburgban november 15-kén 1631-ben. E jeles férfiú, jóllehet földi léte, az idők mostohasága miatt, folytonos szűkölködés vala; éltének igen nagy részét mégis a *Kepler-féleknek* nevezett törvények megalapítására szánván, amaz óriásszerű számolásokat vivé végbe, melyekről maga is gyanítá, hogy azok az olvasó türelmét vajmi nagyon kifárasztandják; „Ha valaki” — így szól e nagy férfiú — „fölötte fárasztó számolásaim olvasásánál unatkozni fogna, legyen részvéttel irántam, ki azokat legalább is hetvenszer ismételém, a míg ő azoknak egyszeri olvasásával beérheti.” A Kepler-féle törvények *elsejének* neveztetik az, mely szerint *minden bolygónak Nap körüli pályája kerülek alaku, s minden egyes kerüleknek egyik gyupontja a Nap helyére esik.* E törvény nyomán, az egyes bolygók pályái szabatosabban meghatározottatván, bebizonyult: hogy a Naphoz közelebb eső bolygók kisebb kerületekben keringenek, mintsem a távolabb esők; hogy e kerületek középküliségei, nagyságukra nézve, egymástól elütők, a mért is egyik bolygónak pályaalakja kevesbbé- s a másiké nagyobb mérvben tér el a kör alakjától; továbbá, hogy a míg a Földpályának nagytengelye jelenleg a Nyilas csillagképétől az Íkrek felé terjeszkedik, a többi bolygópályák nagytengelyei más meg más csillagképek felé irányozvák; s elvégre hogy a bolygók pályái a földpályával nem esnek egy síkba, hanem hogy amazok ez utóbbival többnyire apró szögöket, melyek *pályahajlásoknak* mondatnak, alkotván, a földpályát két pontban (a csomókban) metszik át. — A második törvény ekképen hangzik: *minden bolygópályánál a vezérsugár egyenlő idők alatt egyenlő területeken vonul át.* Eme törvény szerint minden bolygó a napközeltől a naptávol felé lassudó- s ez utób-

bitól a napközel felé gyorsuló mozgással halad; s a napközelben legsebesebben, a naptávolban leglassabban mozog. — Hogy a harmadik törvényt megérthessük, meg kell előbb említeni, hogy, ha valamely szám önmagával szoroztatik, az ekkép nyert szorzat *négyzetnek* neveztetik, így háromnak négyzete a kilenc, mert háromszor három $= 9$; s ha valamely számnak négyzete ugyanama számmal szoroztatik, a szorzatot *köbnek* mondjuk, így háromnak köbe a 27, mert háromszor három $= 9$, és háromszor kilenc $= 27$. Továbbá meg kell még említeni azt is, hogy azon idő, mely alatt a bolygó a Nap körül teljes keringést végez, *keringésidőnek* neveztetik; Földünkre vonatkozólag a keringésidő, a mint már mondvá volt, egy csillagzati évre terjed. Ezek után már könnyebben megérthető Keplernek *harmadik törvénye*, mely ekképen szól; *bármely két bolygó keringésidőinek négyzetei úgy viszonylanak egymáshoz, mint ugyanama bolygók Naptól való középtávjainak köbei*; azon bolygó tehát, mely négyszer annyira esnék a Naptól mint a mi Földünk, 8 évre terjedő keringésidővel bírna; mert ha a Föld távolát a Naptól egynek mondjuk:

év	év	földtáv	bolygótáv
$1 \times 1 :$	$8 \times 8 =$	$1 \times 1 \times 1 :$	$4 \times 4 \times 4,$ vagyis:
$1 :$	$64 =$	$1 :$	$64.$

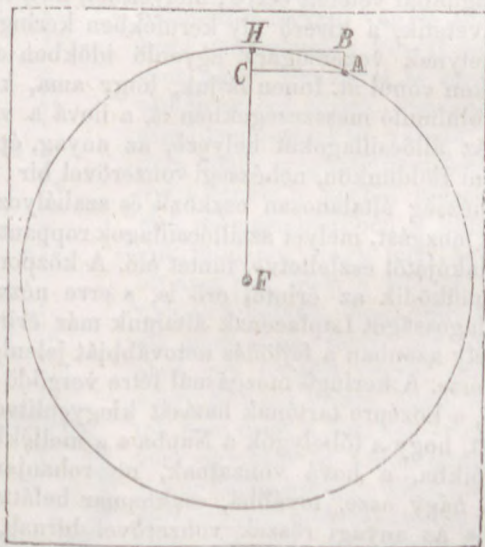
E három törvény korunkban is fő alapja a csillagászatnak; az első kettővel már a Föld keringésének fejtegetésénél ismerkedtünk meg; s e helyen nincs egyéb említeni való, mint hogy Kepler legelőször a 2-dik törvényt alapítá meg; ez azonban még sem neveztetik elsőnek részint azért, mivel Kepler e törvényt ily alakúvá csak későbbben változtatá; részint pedig, mivel sokkal természetszerűbb emez elé az elsőnek nevezett törvényt állítani.

84. Newton nézete a bolygók mozgását szabályozó

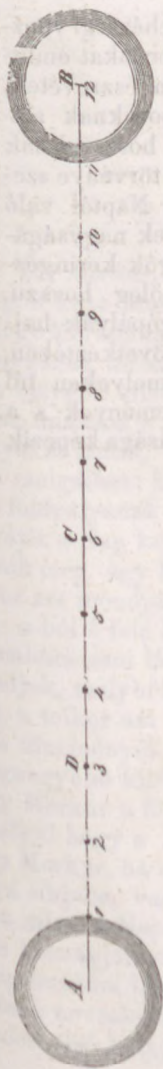
erőkről. — Kepler törvényeinek nyomán a bolygók mozgásának okait kutatá Newton Izsák, Angolhonnak nagy fia; ki Woolsthorpeben, december 25-kén, 1642-dik évben születvén, marcius 20-kán 1727-ben halt meg, s tetemét a kegyelet az angol királyok nyughelyére méltatá. Mindenek előtt Keplernek 2-dik törvényéből bebizonyult, hogy a bolygók ama mozgása, melynél fogva a vezérsugár egyenlő időkben egyenlő területeken vonul át, szükségképen központi mozgásnak tekintendő; a központi mozgásnál a mint már a Föld keringésének tárgyalásánál említettett, a keringő test a középre tartó erő által folytonosan a központ felé vonzatik; a mért is a hold a Föld felé-, a mellékbolygók általában főbolygóik felé- s a főbolygók a Nap felé szünet nélkül vonzatnak. Az ekkép érvényre vergődött meggyőződés szükségképen támasztotta ama kérdést, hogy hát mily természetű azon erő, mely a keringő bolygókat a pályájuk központjába eső és *központinak* nevezett égi test felé vonzza? E kérdést Newton fejté meg, kinek nagy esze és mély tudománya sehogyan sem szorult arra, hogy előbb woolsthorpei kertében az almát aláesni lássa, mely esemény, a monda szerint, legelső alkalmul szolgált, hogy e világhírű férfiú eme kérdés fejtegetésébe bocsátkozzék. Newton mindenek előtt föltevée, hogy a kézből kieresztett kő a Földre azért esik alá, mivel a Föld anyaga vonzólag hat a kőre, s e vonzerőt *nehézségnek* nevezte, melyről azonban csakhamar meggyőződött, hogy *a távolban eső testre gyengébben hat és pedig annyszor gyengébben, a hányszor nagyobb a test távolságának négyzete*; vagyis a Föld anyagának nehézsége a követ két-, három-, négyszer akkora távolságban négy-, kilenc-, tizenhatszor gyengébben vonzza. Ezen állítás egyik tétele ama nehézségi törvénynek, melyet Newton alapíta meg, s melyből kiindulván ő azt következteté: hogy a kő, mely a Föld fölületénél az első időmásodpercben 15 és $\frac{1}{10}$ párisi lábra esik, a holdig vi-

tetvén, ott esés közben az első időmásodpercben csak $\frac{6}{10}$ párisi vonalnyira haladna; mert a kö, a hold távol-
ságában, mintegy hatvanszor annyira esnék, a Föld
központjától, mint a mennyire esik emettől a Föld föl-
lete; s következőleg a Föld nehézségi ereje által 3600-
szor (vagyis 60×60) gyengébben vonzatván, az első
időmásodpercben a $15\frac{1}{10}$ párisi lábnek csak háromezer
hatszázad részét futná be. De épen oly nagynak találta
Newton a holdnak középre tartó erejét is, mely a kö-
vetkező módon meghatározható: legyen HA ív (95.
ábra) azon ut, melyet a hold egy időmásodperc alatt az
 F Föld körül fut be, s mely ívnek nagysága, Kepler
törvényeinek nyomán, pontosan kiszámolható; akkor
 HB az érintői erő és HC a középre tartó erő nagyságát
ábrázolja: a középre tartó erő tehát így módon a rajz

95. Ábra.



utján s a számolás segélyével még helyesebben meghatározható. Ezen előzmények után Newton már méltán következtetné, hogy a Föld anyagának ugyanama vonzereje, mely a követ esésre készíti, a keringő holdra nézve a középre tartó erőt képezi. A főbolygókra vonatkozólag, melyek már a Nap felé vonzatnak, Newton a Kepler-féle harmadik törvény segélyével kimutatá, hogy ama bolygók, melyek két-, három akkora távolságra esnek a Naptól, négy-, kilencszer kisebb középre tartó erőt tüntetnek elé; a honnan szükségképen azt kellett következtetnie, hogy a Nap anyaga is bír a Föld nehézségéhez hasonló vonzerővel, mely a bolygókra vonatkozólag a középre tartó erőt képezi. De ugyanaz áll a főbolygókra nézve is, melyek mellékbolygóikat maguk felé vonzzák. Sőt Keplernek első két törvénye korunkban az állócsillagoknál is, különösen pedig a valódi kettős csillagoknál vétetett észre; melyeknél, ha a főcsillag állónak vétetik, a kísérő oly kerülékben keringeni látszik, melynek vezérsugara egyenlő időkben egyenlő területeken vonul át. Innen látjuk, hogy ama, képzeletünket fölülmuló messzeségekben is, a hová a világ alkotója az állócsillagokat helyezé, az anyag, épen úgy mint a mi Földünkön, nehézségi vonzerővel bír; és hogy eme nehézség általánosan eszközli és szabályozza ama keringő mozgást, melyet az állócsillagok roppant serege, a Föld lakójától észleltetve, tüntet elő. A központi mozgásnál működik az érintői erő is, s erre nézve nyújt némi világosságot Laplacenak általunk már érintett nézete, mely azonban a fejlődés netovábbját jelenleg még el nem érte. A keringő mozgásnál létre vergődő közepfutó erő, a középre tartónak hatását kiegyenlítvén, eszközli azt, hogy a főbolygók a Napba s a mellékbolygók főbolygóikba, a hová vonzatnak, ne rohanjanak. — Newton nagy esze, továbbá, csakhamar belátta azt is, hogy, ha az anyagi részek vonzerővel bírnak, akkor két-, három annyi anyag két-, három akkora vonzerővel



bir; s ez a nehézség törvényének második tétele. A nehézségi törvény két tételének segélyével az égi testek tömegei és tömötségei megközelítőleg meghatározhatók; mert legyen *A* és *B* (96. ábra) két égi test, mely a *C* testet vonzza; ha már emez, mind *A*-, mind *B*-től egyenlő távolságra esvén, *B* felé két akkora erővel vonzatik, mint *A* felé, akkor kell, hogy a *B* test kétszer akkora anyagsűrűséggel, vagyis rövidebben mondván, tömeggel bírjon mint *A*; és mivel *B* az ábrában térfogatára nézve éppen akkora mint *A*, tömötsége is kétszer nagyobb *A* tömötségénél. Továbbá ha *D* egyenlő erővel vonzatnék mind *A*, mind *B* felé, akkor a három akkora távolságra eső *B* háromszor-három, vagyis kilenceszer akkora vonzerővel- s következőleg kilenceszer annyi tömeggel is bírna. Ha már ekkép az égi testek tömegei és tömötségei ismeretessé válnak, akkor már nem nehéz meghatározni, hogy hány lábnyira esnék a kézből kieresztett kő az első időmásodpercben a különféle bolygók fölületén; hogy mily súlylyal bírna ott ama test, mely a Földön egy mázsányinak találtatik; hogy mily hosszú volna ott azon inga, mely egy időmásodperc alatt egy lengést végez, stb. stb. — Elvégre Newton belátá, hogy, ha az égi testek nem csak a Nap felé vonzatnak, hanem egymást is kölcsönösen vonzzák, akkor szükségképen állnak elő mind ama tűnemények, melyeket előbb (az 58. szám alatt) háboroknak neveztünk; s melyek

főleg jó szolgálatot tesznek az égi testek nehézségi vonzerejének kutatásánál. — A mikor itt a háborokat említjük, el nem mulaszthatjuk megtenni azon észrevételt, hogy a bolygópályák nagy tengelyei háboroknak alávetve nem lévén, folytonosan egyenlőleg hosszszaknak tapasztaltatnak; s mivel Kepler harmadik törvénye szerint, a keringésidők tartama a bolygónak Naptól való középtávolaitól, vagyis a fél nagytengelyek nagyságától függ: önkint következik, hogy a bolygók keringésidejének tartama is folytonosan egyenlőleg hosszú. Egyébiránt, a mit már említve volt, a bolygópályák hajlásai és középküliségei is, a háborok következtében, csak kiszabott határok közt változnak, melyeken túl soha nem terjeszkednek; s ez utóbbi tünemények s a bolygópályák nagytengelyeinek változatlansága képezik *a naprendszer állandóságát.*

E.) Belső bolygók.

85. *Merkur.* — A mint már említve volt, a belső bolygók közé Merkúr, Vénusz, Föld és Marsz számítandók. Merkúr mindekkorig a Naphoz legközelebb eső főbolygónak tartatott; és mivel valóban is az alsó vagyis azon bolygók közé tartozik, melyek a Naphoz közelebb állnak mintsem a mi Földünk, némely sajátoszerű tünetményeket mutat, melyeknek kellő megértésére a 97. ábra szolgálhat; hol N a Napot, F a Föld egy pontját, eg a földpályának egy részét, m Merkurt s $abcd$ Merkúr pályáját a Nap körül ábrázolja. Ha már Merkúr a -nál jelenik meg, úgy hogy közéje s a Föld közé a Nap esik, akkor azt mondjuk, hogy Merkúr a *felső együttállásban* van; a -ból b felé haladván, b -nél nekünk a Naptól legtávolabbra esni látszik, e távolság mi *legnagyobb kitérésnek* mondjuk, melyből c -be vergődven a Nap és Föld közé esik, a mikor azt mondjuk, hogy Merkúr az *alsó együttállás* tünetményét mutatja; s elvégre d -nél Merkúr ismét a legnagyobb kitérés helyére érkezik. Innen látjuk 1.) hogy Merkúr a felső együttállásból az alsóba vergődik, annélkül hogy a Nappal szembenállásba jönné, és 2.) hogy Merkúr, ha az alsó együttállás alkalmával a földpálya síkjába, vagy ehez közel esik, akkor, átlátszatlan volta miatt a Napnak igen csekély részét elfödven, fényes korongján sötét pont gyanánt keletről nyugat felé végig húzódni látszik, mely tünetmény Merkúr *átvonulásának* nevezetik. A most említett kétféle tünetmény minden alsó bolygónál és csak is az alsóknál mutatkozik.

fény segélyével világít, arról kezeskednek leginkább ama *fényváltozatok*, melyeket Merkura holdat utánzólag tüntet elő; Merkur tudni illik, jó távcsökön át, *a* körül teljesen világos- és *c*-nél teljesen sötét korong, *b* és *d* táján világos félkorong vagy sarló gyanánt látható. Legnagyobb kitérésében Merkur a Naphoz majd közelebb majd meg tőle távolabbra esni látszik, de teljes 28 fokra soha tőle nem távozik; a mért is szabad szemmel csak oly helyeken, hol a látkör rendesen tiszta és föllegtelen, és csak kevéssel a Nap nyugta után vagy kelte előtt látható, a mint tudni illik a Napnak keleti vagy nyugati oldalán vesztegel. Emezek dacára Merkur szabad szemmel még is gyakrabban látható; s ekkép vajmi megfoghatatlannak látszik a távcsöket nem ismerő Köperniknek abbeli panasza halála előtt, hogy ő, ki különben 70 évig élt, Merkurt soha nem láthatá; vagy talán való volna Aragonak ama sejtelme, mely szerint e bolygót Visztula folyam párái Köpernik szemei elől folyton rejtegeték. Laplace állítása, hogy Merkur alakja lapított gömb; — Schröter és mások véleménye, mely szerint Merkur légkörnnyel, föllegekkel, tűzhányó s majdnem harmadfél mérföldre emelkedő hegyekkel bír; — mindezek ama nézetek sorába tartoznak, melyeknek teljes megalapítására az eddigi észleletek nem elegendők. Egyébiránt Merkur fölületének minden pontja, közép távolságban a Naptól, emettől mintegy hetedfélszer annyi fény- és hősugarakat kap, mintsem a közép távolságában a Naptól messzebbre eső Földnek egy-egy pontja; a mért is Merkur igen nagy fényben szokott mutatkozni. E helyen megemlíthető még az is, hogy az ókor csillagásza nemcsak az állatöv csillagképeit, hanem a bolygókat is sajátos jegekkel jelölgeték, s e szokás a mi időnkben is divatozik; Merkurnak jegye emez: ☿; a többi bolygók jegyei, eme munka következő folyamában, neveik mellé csatolvák. Elvégre jónak látjuk elősorolni az imitt következő és Merkurra vonatkozó csillagászati adatokat:

Valódi átmérője: 671 földrajzi mérföld;

Fölülete: $1^{42}/_{100}$ millio négyzetes fr. mf.

Térfogata: 159 millio köb mf.

Tömöttsége: $1^{225}/_{1000}$ -szer akkora mint a Földé; fölülete közelében szabadon eső testnek, az első időmásodpercben, befutott útja, mely röviden *estérnek* neveztetik: $7^2/_{10}$ párisi láb; azon test tehát, mely a Föld fölületén 151 fontot nyom, Merkur fölületén csak 72 fontnyi súlylyal bírna; a Nap 4865751-szer annyi tömeggel bír mint Merkur. *A tengely körüli megfordulás ideje:* 24 óra és 5 perc.

A csillagzati keringés ideje, vagyis azon idő, mely alatt a bolygó, teljes kört futván be, ugyanazon állócsillaghoz visszatér: 87 és $969^{28}/_{100000}$ nap.

A fordulati keringés ideje, vagyis azon idő, mely a bolygónak egyik együttes felső delelésétől a tavaszi éjgyenponttal a közvetlenül következő együttes felső deleléseig foly le: 87 és $968^{46}/_{100000}$ nap;

A fényváltozati keringés ideje, vagyis azon idő, mely szükséges, hogy a Nappal együttállásban látszó bolygót ismét ugyanazon együttállásban szemléljük: 115 nap és 21 óra.

Az egynapi ív közép nagysága, vagyis azon ívnek közép nagysága, melyet a bolygó, a Nap körüli jártában egy nap alatt fut be: 14732 és $533/_{1000}$ ívmásodperc.

Legnagyobb távola a Naptól: 9 és $67/_{100}$ millio fr. mf.

Legkisebb " " " 6 és $36/_{100}$ millio fr. mf.

Közép " " " 8 és $15/_{1000}$ millio fr. mf.

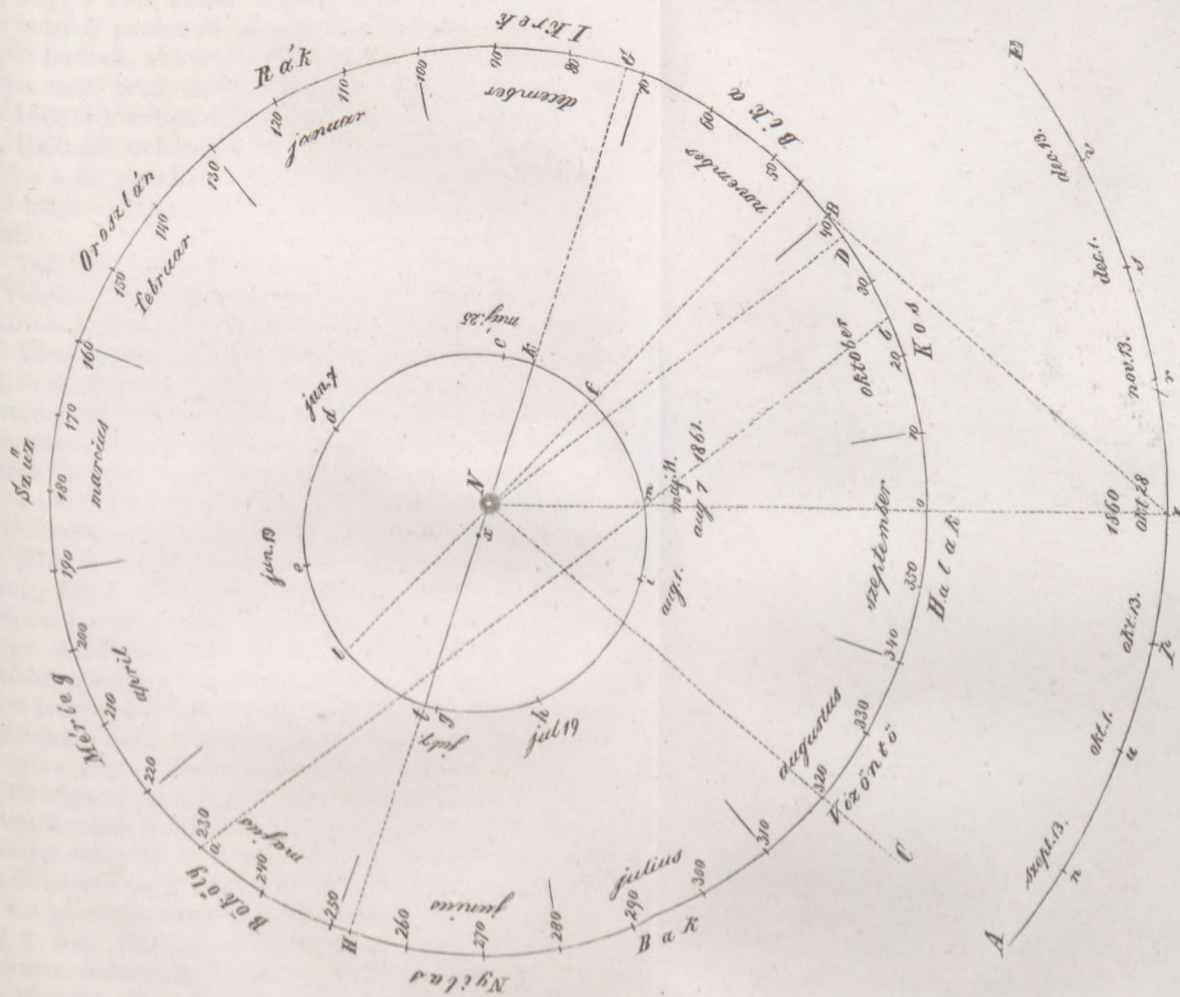
Legnagyobb távola a Földtől, mely csak akkor állhat elő, ha a Napnak egyik oldalára a bolygó, s a másikra a Föld esik: 30 millio fr. mf.

Legkisebb távola a Földtől, a mikor a bolygó s a Föld a Napnak ugyanazon oldalán jelennek meg: 10 millio földrajzi mérföld;

- A Nap körüli pálya középkülisége: $2056163/10000000$ része a félnagy tengelynek, vagyis a Naptól való középtávolnak;
- A Nap körüli pálya hajlása a földpálya felé: 7 fok, 0 perc, $59/10$ másodperc;
- A napközeli hosszúsága, vagyis távolsága az első elhajlási körtől, mely távol, az állócsillagokra vonatkozólag, egyenes emelkedésnek neveztünk: 72 fok, 20 perc, $58/10$ másodperc;
- A főlzálló csomó hosszúsága, vagyis távolsága az első elhajlási körtől: 45 fok, 57' és 9";
- A középküliség évenként növekedik: önnagyságának $383/10000000000$ részével;
- A pályahajlás évenként nagyobbodik: $184/1000$ részével egy ívmásodperccel;
- A napközeli hosszúsága évenként növekedik: 5 és $81/100$ ívmásodperccel.
- A főlzálló csomó hosszúsága évenként kisebbedik: 10 és $7/100$ ívmásodperccel;
- Az időpont, vagyis azon adat, mely arra vonatkozik, hogy pályájának mely pontjában létezett az égi test valamely meghatározott időpillanatban: a mikor Párisban január elsején, 1800-dik évben, déli 12 óra vala, a közdivati óra szerint, akkor Merkúr hosszúsága, vagyis távolsága az első elhajlási körtől vala: 112 fok, 16 perc, $48/10$ másodperc.

Az itt elősorolt adatok között vannak olyanok, melyek nyomán Merkúr pályájának alakja, kiterjedése és fekvése a világtérben, tökélyesen ismeretessé válik; az ily adatok a *bolygópálya elemeinek* neveztetnek. Kicsinyben meg ezen elemek segélyével Merkúr pályáját előállítani. A 98-dik ábrában αk Merkúr pályájának fél nagy tengelyét ábrázolja, mely, a közép távolsággal a Naptól egyenlő levén, 8 és $15/1000$ millio mérföldet jelent; αN ábrázolja a középküliséget, mely Mer-

kurnál a fél nagytengelynek mintegy $\frac{1}{5}$ része; ezen elemek segélyével Merkur pályája *etik* már lerajzolható és területe is meghatározható. Továbbá *N* ponttól, hol a Nap vesztegel, a Föld közép távolsága 20 és $\frac{185}{1000}$ millio mérföld, és ezt az *No* vonal ábrázolja; a fokokra osztott kör tehát a földpályát s különösen *o* a tavaszi éjegyenpont helyét jelenti, melytől 72 fokot, 20 percet $5\frac{8}{10}$ másodpercet számítván, *G*-ig jutunk; ha már a *G* pontot *N*-nel kapcsoljuk össze, akkor a *k* pont, hol az *NG* vonal Merkur pályáját metszi, emennek napközeli pontját mutatja, s a naptávo *t*-be esik. Innen látjuk, hogy Merkur pályájának nagytengelye *kt*, a Bikától a Nyilas felé terjeszkedik. Elvégre az *f* pont, mely a tavaszi éjegyenponttól 45 fok-, 57 perc- és 9 másodpercre esik, a folszálló csomót ábrázolja, a leszálló *l*-ben látható; ha tehát az *etik* kimetszetvén akkint állítatjuk, hogy *ldkf* része a rajzolt földpálya fölé- és *lgif* ugyanannak alája esvén, a papírsíkkal 7 fok-, 0 perc- és $5\frac{9}{10}$ másodpercenyi szögöt alkotson, akkor Merkur pályájának fekvése is ki van mutatva. Épen ily módon a többi bolygó pályái is előállíthatók: így Marsz pályájának egyrészét az *AE* ferde vonal ábrázolja. — E helyen még megemlíthető, hogy az ekkint előállított pálya s nem különben az időpont és keringési idő segélyével azon hely is meghatározható, melyen a bolygó valamely időbe keresendő; mert ezek nyomán tudjuk meg, hogy Merkur 1861-dik évben május 11-dikén *m*-ben fordult meg, hová minden 88 dik napon visszatérni szokott; s ekkint május 25-kén *c*-ben, június 7-kén *d*-ben, június 19-kén *e*-ben, július 7-kén *g*-ben, július 19-kén *h*-ban, augusztus 1-jén *i*-ben jelenvén meg, augusztus 7-kén *m*-be érkezik, pályáját azontúl is ugyanannyi idő alatt befutandó. Az *m* be eső Merkur, a Napból észlelve, a Halak csillagképénél látható, s ez Merkurnak napközeli helye; de, hogy megtudhassuk, hogy hol vala Merkur a Földről május 11-kén látható, ki kell puhatolni mindennek előtt a Földnek ugyanaznap



helyét; s íme a földpálya mellé csatolt hónapok mutatják, hogy a Föld akkor α pont táján tartózkodott. Ha már most N ponton át az am vonallal egyenközü ND vonalt húzzuk, akkor D , Merkurnak földközepi helye, vagyis azon pont, melyen Merkúr a Földről május 11-kén 1861-dik évben volt látható. Marsz október 28-dikán 1860-dik évben Z -ben-, s a Föld ugyanakkor B -ben vala; s a Bz vonallal egyenközü NC mutatja, hogy a Föld lakói azon időben Marszt a Bak és Vizöntő táján látták.

86. *A Naphoz Merkurnál is közelebb eső bolygók.* —

Le Verrier, Franciahonnak dicső szülöttje, Merkúr pályájának szabatos meghatározásával hosszabb idő óta igen következetes alapossággal foglalkozván, azt tapasztalá, hogy Merkúr napközelinek százados haladása oly tünetmenyeket mutat, melyek a Merkurre ható bolygók háborításából kellőleg csak akkor magyarázhatók, ha emezek tömegei nagy hibásan meghatározottaknak vétetnek; azonban ezt föltenni Le Verrier kevesbbé hajlandó lévén, helyesebbnek tartja véleményével inkább oda járulni, hogy a Nap körül hihetőleg oly bolygó is kering, mely, Merkurnál közelebb esvén a Naphoz, tömegével e háborokat idézi elő. Ugyde e föltételezett bolygó, minél közelebb áll a Naphoz, Merkurtól annál távolabbra esvén, e háborok előidőzésére annál több tömeget is igényel, olyannyira, hogy, ha távolságát a Naptól félakkorának vesszük, mint Merkure, akkor már, tömegére nézve, Merkurral kellene fölélnie; s ez esetben minden egyes pontja négyszer annyi fényt nyerne a Naptól, mint Merkurnak egy-egy pontja; mikép törénhetett volna tehát, hogy mindeddig senki által észre nem vétetett? — E nehézség elhárítása végett Le Verrier azt gyanítja, hogy egy bolygó helyett sok apró kering a Nap töszomszédságában, melyek közös erővel Merkurra háborítólag hatnak, de kicsiségök miatt nem igen láthatók. Nem fognak-e tehát ez égi testecskék na-

gyobbjai fölfödöztetni esetleges átvonulásuk alkalmával a napkorong előtt? Ezen eszmélkedések rábírandják talán a csillagászokat, hogy a legkisebb napfoltok mozgását kellő figyelemmel kémlelgessék. — Le Verrier 1859-dik évben eme nézetét a tudós világgal közölve, Párisban hire futamodott, hogy Lescarbault orvos Orgèresben (Eure és Loire megyében) ily bolygót már föl is födözött vala, a mi Le Verriert csakhamar arra bírta, hogy ez orvost fölkeresse; s miután őt kellőleg kikérdezvén, adatait hitelt érdemlőknek találta, Párisba viszzatérve az ottani tudós akademiát 1860-dik évben a gyűlésben értesíté, hogy Lescarbault 1859-dik évben március 26-kán délután apró sötét testet a Nap előtt átvonulni látott; hogy minden oda mutat, hogy e test csakugyan alsó bolygónak tekintendő; és hogy Lescarbault észleleteinek nyomán ezen égi test a Naptól majdnem 3 millio mérföldre esik, hogy keringés-ideje csak kevéssel rövidebb 20 napnál s hogy pályája a földpályával mintegy 12 vagy 13 foknyi szögöt alkot; látszólagos átmérőjét Lescarbault mintegy 3 ívmásodpercre becsüli, mely kétséges adat ha való volna, akkor e bolygó valódi átmérője mintegy 258 mérföldre terjedne. — Lescarbault észleletének alapossága ellen emelt szót Liais, a jelenleg Braziliában tartózkodó francia csillagász; ki, állítása szerint, a Napot ugyanazon időben észlelgetvén, benne semmi rendkívüli tűneményt nem vön észre. Ezen ellenvetésnél sokkal nyomatékosabb Liais amaz észrevétele, mely szerint akkora égi test, a teljes napfogyatkozás alkalmával, kedvező körülmények közt, láthatóvá válnék: mindamellett azonban még sem tarthatjuk helyesnek Lescarbault állítását valótlannak bélyegezni; nem tarthatjuk helyesnek főleg azért, mivelhogy Wolf, zürichi tanár, különféle időből igen sok esetet sorol elő, melyek szerint nagytekintélyű férfiak a Nap korongján oly sötét pontokat átvonulni láttak, melyek alakjukra s nem különben mozgásuk irányára és

sebességére nézve a napfoltoktól nagyban különböztek; a mi igen valószínűvé teszi Le Verriernek ama rúzetét, hogy a Nap körül sok apró bolygó kering, melyeknek Naptól való távolsága nem ér föl Merkur távolságával.

87. *Venusz.* Venusz, melynek jegye ♀, ha reggel a Nap kelte előtt mutatkozik, *hajnalcsillagnak*-, s ha este a Nap leáldozta után látható, *estcsillagnak* mondatik; a Naphoz közelebb esvén mintsem a Föld, Merkur módja szerint, a felső és alsó együttállás s nem különben a legnagyobb kitérés tünetényeit láttatja. Legnagyobb kitérésekor 48 foknál messzebbre a Naptól nem távozik; s az alsó együttállás alkalmával, a csomókhoz közel esvén, a Nap előtt átvonulni látszik, a mit már a 34. szám alatt említettünk, hol a legközelebbi négy átvonulás napjai is följelölvek. Venusz, Nap körüli jártábar, oly fényváltozatokat tüntet elő, melyeknél fogva majd teljesen megvilágított vagy teljesen sötét korong, majd megvilágító félkorong vagy sarló gyanánt látható: a honnan azt kell következtetni, hogy Venusz átlátszatlan és hogy a Naptól kölesönzött fény segélyével világít. Legnagyobb fényében mutatkozik Venusz mintegy 69 nappal az alsó együttállás előtt és után, a mikor a Naptól mintegy 40 foknyi távolságban keleten vagy nyugaton szemléltetik; ilyenkor, kedvező körülmények között, szabad szemmel dél idején is láthatóvá válik, s ha a Nap és hold a látkör alatt vesztegelnek, a Venusz fényétől megvilágított földi testek árnyékot is vetnek. Arago beszéli, miszerint Bouvardtól hallá, hogy Bonaparte tábornok, olaszthoni győzelmei után, dél idejében a luxembourgi palota felé, hol tiszteletére ünnepély rendeztetett, haladván, észrevevé, hogy a párisi nép szemei nem annyira reá és fényes kíséretére, mint inkább az égre függesztvék; ennek okát tudakolván, válaszul nyeré, hogy a nép bámulattal vizsgálgatja ama csillagot, melyben Olaszthon hódítójának csillagát látni véli; az ezen alkalommal a luxembourgi palota fölött szabad

szemmel látott csillag — Venusz vala. Venusz, a Nap-tól nyert és felénk visszavert fényen kívül, olyszerűt is tüntet elő, mely *másodrendű fénynek* nevezhető; ilyennek tekintendő az, melyről Derham már 1729-dik évben ekképen írt: „ha Venusz bolygó kétségtelenül sarlóalakúnak látszik, akkor gömbjének sötét része halavány, kissé vöröses fényben mutatkozik.“ Ugyanazt tapasztalták mások is, kik e fényt hamuszinűnek mondják, mely, némelyek véleménye szerint, azon sugaraktól ered, melyek a Földtől vagy Merkurtól Venuszba érkezhén, a Föld felé veretnek vissza; azonban e nézethez nem csatlakozik Humboldt, ki lehetetlenségnek tartja, hogy a messze eső Földtől visszavert fény, Venusztól ujjolag visszaveretvén, nálunk láthatóvá váljék. Herschel Vilmos és Olbers e sajátyszerű fényt Venusz szilárd fölületének vagy légkörnyének vilódzásából származtatják; de Venusznak eme másodrendű fénye talán oly fényfejlődési folyamból magyarázandó, mely a Földön a sarkfényt idézi elő. Venusz, főleg ha sarlóalakúnak mutatkozik, a világos és sötét része közti határon különféle egyenetlenségeket tüntet elő, melyek kétségtelenné tesz az, hogy Venuszban hegyek léteznek; azonban Herschel és Humboldt nem igen hajlandók Schröternek ama véleményét támogatni, mely szerint e hegyek némelyének magassága az öt mérföldet is fölülmulja. Venusznak ama határán, mely sötét részét a Nap által megvilágítottól elválasztja, Schröter és egyéb nagytekintélyű csillagászok oly természetű fényt vevének észre, mely a 49. szám alatt tárgyalt szürkületi tűneményekre nagyban emlékeztet: a honnan már azt kell következtetni, hogy Venusz légkörnnyel is bír. Elvégre megemlítendő, hogy Bianchini 1726-dik évben Venuszban sajátyszerű hét foltott fődözött föl, ezeket ő le is rajzoló és tengereknek mondá; de Herschel azokat Venusz légkörnyében lebegő föllegeknek hívé: azonban száz és néhány évvel utóbb a római csillagdában a Bianchini-

féle venuszfoltokat ismét ugyanazon alakban látták, minél fogva Herschel véleménye kevesebbé valószínűvé vált. Egyébiránt Venuszban már oly foltok is látszottak, melyek, alakjukat változtatván, föllegeknek mutatkoztak; e foltok mozgása Venusznak tengely körüli forgásáról kezeskedik, s ezek segélyével az egy-egy megfordulás tartama is meghatározható.

Venusz valódi átmérője: 1694 fr. mérföld;

Fölkülete $9\frac{1}{100}$ millio négyzetes mf.

Térfogata: 2541 millio köb mf.

Tömöttsége: $\frac{92}{100}$ -szer akkora mint a Földé;

Tömege: a Nap 401847-szer annyi tömeggel bír mint Venusz;

Estér: $13\frac{8}{10}$ párisi láb, a 151 fontnyi földi test Venuszban 138 fontot nyomna;

A tengely körüli megfordulás ideje: 23 óra, 21 perc, 22 másodperc;

A csillagzati keringés ideje: $224\frac{70078}{100000}$ nap;

A fordulati keringés ideje: $224\frac{69543}{100000}$ nap;

A fényváltozati keringés ideje: 1 év, 218 nap, 16 óra; az év alatt itt s a következő adatoknál is 365 napot és 6 órát értünk;

Az egy napi ív közép nagysága: $5767\frac{808}{1000}$ ívmásodperc;

Legnagyobb távola a Naptól: $15\frac{6}{100}$ millio fr. mf.

Legkisebb " " " $14\frac{86}{100}$ " " "

Közép " " " $14\frac{93}{100}$ " " "

Legnagyobb távola a Földtől: 35 millio fr. mf.

Legkisebb " " " 5 " " "

A Nap körüli pálya középkülsége: $\frac{686182}{100000000}$;

" " " " hajlása: $3^0, 23', 28''$;

A napközeli hosszúsága: $128^0, 43', 6''$;

A főlzálló csomó hosszúsága $74^0, 51', 41''$;

A középkülség évenként kisebbedik: — önnagyságának $\frac{10880}{10000000000}$ részével;

A pályahajlás évenként nagyobbodik: $\frac{72}{1000}$ részével egy ívmásodperccel;

A napközel hosszúsága évenként kisebbedik: 3 és $\frac{24}{100}$ ívmásodperccel;

A fölszálló csomó hosszúsága évenként kisebbedik: 20 és $\frac{5}{10}$ ívmásodperccel;

Az időpont: 1800-dik évben január 1-jén, déli 12 órakor, a párisi közdivati óra szerint, Venusz hosszúsága vala: $146^{\circ}, 44', 55^s/\frac{8}{10}''$; 1861-dik évben april 10-kén Venusz hosszúsága a Napban zerusnak mutatkozott.

88. *Venusz állítólagos holdja.* — Január 25-kén 1672-dik évben Cassini Venusz tözsomszédságában apró, világító sarlót vön észre, melyet mintegy 10 időpercig észlele; ugyanazt látta ő augusztus 28-kán 1686-dik évben, mintegy óranegyedig: s innen keletkezett ama vélemény, hogy Venusznak is van holdja, mely közvetlenül körüle s vele együtt a Nap körül kering. Angolhonban Short, ki mint látszerész és csillagász egyiránt jeleskedett, október 23-kán 1740-dik évben Venusz holdját többféle távcsőn át mintegy egy óra-folyásig észlelé, s látszereinek jó voltáról kezeskedik azon körülmény, hogy ő emezek segélyével Venuszban ugyanaz napon két sötét foltot fődözött föl. Venusz holdját Montaigne Limogesben május elején 1761-dik évben négyszer észlelte; ugyan azt látta Rödkier is Kopenhágában marcíus 3. és 4-dikén 1764-dik évben, és ugyanott marcíus 10. és 11-dikén Horrebow és mások, kik, állításuk szerint, különféleképen győződtek meg arról, hogy látásukban nem csalódhattak. Marcíus 15. 28. és 29-dik napján Montbarron Auxerreben e mellékbolygót különböző állásokban észlelé. — Mindezek dacára, Hell, bécsi csillagász, ezen állítólagos égi test látását oly szemcsalódásból származtatá, melynek oka a látszerek tökélyetlenségében rejlett; s Humboldt Sándor Venusz holdját a csillagászi regék közé sorolja. Ily, elütőleg vélekedő tekintélyek ellenében leghelyesebbnek tartjuk Venusz holdját, Arago utmutatása szerint, azon tárgyak közé számítani,

melyeknek léte, ismereteink jelen állásánál, lehetetlennek még be nem bizonyult.

89. *A Föld, ♁.* — A Földre vonatkozólag, melyről már elég bőven szóltunk, e helyen egyéb teendőnk nincsen, mint hogy a csillagászati adatokat egymás mellé állítva soroljuk elő.

A Föld valódi átmérője: 1719 fr. mérföld;

Fölülete: $9^{38}/_{100}$ millio négyzetes mf.

Térfogata: 2659 millio köb mérföld;

Tömege: a Nap 354396-szor annyi tömeggel bír, mint a Föld;

Estér: $15^{1}/_{10}$ párisi láb; itt azonban meg kell említeni, hogy az estér a földfölület különböző pontjain különböző értékkel bír, s különösen az egyenlítőnél legkisebbel, a sarkoknál legnagyobb; ennek oka egyrészt abban rejlik, hogy a Föld fölületén levő testek, a sarkoknál, a Föld központjához közelebb esvén, erősebben vonzatnak, mintsem az egyenlítőnél; de másrészt meg, a Földnek tengely körüli forgásánál fogva keletkező középfutó erő, az egyenlítőnél, a sebesebb mozgás következtében, nagyobb levén, a nehézségi erőből többet semmisít meg, mintsem a sarkoknál. — A sarknál az estér $15^{1345}/_{10000}$, Párisban $15^{962}/_{10000}$, a földrajzi szélesség 45-dik fokánál $15^{937}/_{10000}$, az egyenlítőnél $15^{558}/_{10000}$ párisi láb; azon test tehát, mely Párisban 10000 fontot nyom, az egyenlítőnél 9971-, a földrajzi szélesség 45-dik fokánál 9996-, a sarknál 10023 fontnyi volna.

A Föld lapulata: $1/_{299}$;

A tengely körüli megfordulása ideje; 23 óra, 56 perc, 4 másodperc;

A csillagzati keringés ideje: $365^{25636}/_{100000}$ nap;

A fordulati keringés ideje: $365^{24220}/_{100000}$ nap;

Az egy napi ív közép nagysága: $3548^{3304}/_{10000}$ ívmásodperc

Legnagyobb távola a Naptól: $21^{3}/_{100}$ millio fr. mf.

Legkisebb " " " $20^{34}/_{100}$ millio fr. mf.

Közép " " " $20^{685}/_{1000}$ " " "

A Nap körüli pálya középkülisége: $\frac{1677120}{100000000}$;

A napközeli hosszúsága: $100^{\circ}, 21', 41''$;

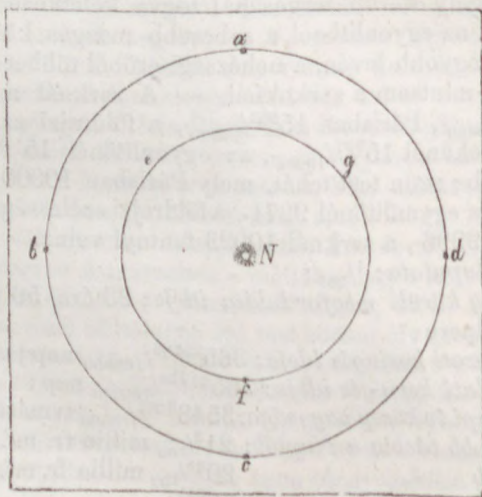
A középküliség évenként kisebbedik: önnagyságának $\frac{1299}{10000000000}$ részével ;

A napközeli hosszúsága évenként nagyobbodik: $11^{\frac{25}{100}}$ ívmásodperccel ;

Az időpont: 1849-dik évben, december 31-kén, déli 12 órakor, a párisi közdivati óra szerint, a Föld hosszúsága vala: $99^{\circ}, 47', 54^{\frac{7}{10}}''$.

90. *Marsz* ♄. — Marsz és minden felső bolygó, vagyis olyan, mely távolabbra esik a Naptól, mintsem a mi Földünk, az alsó együttállás tűneményét nem mutatja ; hanem a felső együttállásból a szembenállás helye felé siet. A 99. ábrában *abcd* Marsznak-, *efg* a Földnek pályáját ábrázolja ; s ha a Földet *f*-ben képzeljük, akkor Marsz *a*-nál együttállásban-, *b*- és *d*-nél a negyedek-

99. Ábra.



ben-, c-nél a szembenállásban van a Nappal; az ábrából kitűnik az is, hogy Marsz c-nél a szembenállás alkalmával a Földhez leginkább közeledik, és a-nál az együttállás idején tőle leginkább távozik. Marsz fényváltozatokat is mutat, melyek elegendőleg tanúsítják, hogy csak a Naptól nyert fény segélyével világít; annyira azonban soha sem fogy, hogy sarló alakjában is mutatkoznék. Marsz lapulatát illetőleg semmi bizonyosat nem mondhatunk; Arago azt $\frac{1}{30}$ -ra, mások nagyobbra, meg mások kisebbre becsülek; de Bessel jeles mérszereivel Marszban semmi lapulatot nem vön észre. Marsznak éjszaki és déli sarkánál sajátyszerű két folt mutatkozik, melyek fehéresek s a fölület egyéb részeinél jóval világosabbak; e foltokat a csillagászok hóval borított területeknek tartják, részint külső tekintetöknél fogva, de részint meg azért, mert e foltok a szerint nagyobbodnak vagy kisebbednek, a mint e bolygó félgömbjén a tél vagy nyár ideje beáll. Beer és Mädler, kik e foltokkal sokat foglalkoztak, azt állítják, hogy a Nap Marsznak éjszaki félgömbén mintegy 372 napig (egy-egy nap e bolygóban 24 órát, 37 percet, 20 másodpercet számlál) vesztegel, azalatt tehát eme félgömbön a nyár s a délin a tél ideje tart; de meg a déli félgömbön a Nap 296 napig tartózkodik, s akkor emitt a nyár s az éjszakiban a tél uralg. Marcius 18 kán 1837-dik évben Beer és Mädler észre-
vevék, hogy a hófolt Marsz déli félgömbén, hol épen akkor a tél ideje vala, a déli sarktól számítva 35 fokra s 1830-dik évben a nyár alkalmával csak mintegy 5 vagy 6 fokra terjeszkedett. Ezekből látjuk, hogy Marszban az évszakok épen úgy, mint a mi Földünkön, váltakoznak; hogy tél idején, a légkörnybe emelkedett vízpárák meghűlvén, ott is a fagy- és hóesés tüneményét láttatják; és hogy ott is a sarktájak, épen úgy, mint nálunk, örökös hó- és jégtengerrel borítvák. Az imént említett fehéres foltokon kívül, Marszban sötét foltok is mutatkoznak, melyeknek némelyei feketések; mások,

de csak igen ritkán, sárgavörösek; s meg mások, az ugynevezett tengerek, zöldszinűek; a sötét foltok, Marsz korongjának széleire vergődven, oly tűneményt mutatnak, melyből észszerűleg következtethető, hogy Marszban a légkörny nem hiányzik. Egyébiránt Marsz vörösnek mutatkozik, s ilyennek látszott az ó korban is; okára nézve eme színnek, mely három évezred óta meg nem változott, némelyek azt gyanítják, hogy Marsz fölületét vörös homokkő fedi; Lambert Marsz növényzetét vörösnek hívé; mások meg ama véleményben vannak, hogy Marsznak vízbuborékokkal telt légrétegei leginkább csak a vörös fénysugarakat átbocsáttni képesek épen úgy, mint a mi légkörnyünk a reggeli és esti pir alkalmával; azonban mindeme nézetek még csak némileg kielégítőeknek sem mondhatók.

Marsz valódi átmérője: 882 fr. mf.

Fölülete: $2\frac{1}{2}$ millio négyzetes mf.

Térfogata: 372 millio köb mf.

Tömöttsége: $\frac{948}{1000}$ -szer akkora, mint a Földé;

Tömege: a Nap 2680337-szer annyi tömeggel bír, mint Marsz;

Estér: $7\frac{3}{10}$ párisi láb, a 151 fontnyi földi test Marszban 74 fontot nyomna;

A tengely körüli megfordulás ideje: 24 óra, 37 perc, 20 másodperc;

A csillagzati keringés ideje: $686\frac{97964}{100000}$ nap;

A fordulati " " $686\frac{92971}{100000}$ nap;

A fényváltozati " " 2 év, 49 nap, 12 óra;

Az egynapi év közép nagysága: $1886\frac{6561}{10000}$ ívmásodperc;

Legnagyobb távolság a Naptól: $34\frac{45}{100}$ millio fr. mf.

Legkisebb " " " : $28\frac{58}{100}$ " " "

Közép " " " : $31\frac{515}{1000}$ " " "

Legnagyobb " " Földtől: 54 — " " "

Legkisebb " " " : 7 — " " "

A Nap körüli pálya középkülisége: $\frac{9321680}{100000000}$;

- A Nap körüli pálya hajlása:* $1^{\circ}, 51', 6''$;
A napközel hosszúsága: $332^{\circ}, 22', 51\frac{2}{10}''$;
A főlzálló csomó hosszúsága: $47^{\circ}, 59', 38''$;
A középküliség évenként nagyobbodik: önnagyságának $\frac{9010}{100000000000}$ részével;
A pályahajlás évenként kisebbedik: $\frac{13}{1000}$ részével egy ívmásodperccel;
A napközel hosszúsága évenként nagyobbodik: $15\frac{46}{160}$ ívmásodperccel;
A főlzálló csomó hosszúsága évenként kisebbedik: $25\frac{22}{100}$ ívmásodperccel;
Az időpont: 1800-dik évben, január 1-jén, déli 12 órakor, a párisi közdivati óra szerint, Marsz hosszúsága vala: $233^{\circ}, 5', 33\frac{9}{10}''$; 1860-dik évben október 28-kán Marsz hosszúsága a Napban zerusnak mutatkozott.

F.) Bolygók.

91. *A bolygódokról általában.* — A számok amasora, melyet alább A.)-nál látunk, Titius-tól ered, s olyan természetű, hogy a harmadik tagtól, vagyis 6-tól kezdve minden utóbbi szám kétszer akkora, mint a közvetlenül előtte álló; e számok mindegyikéhez hozzáadva a 4, keletkezik a B.) alatti számsor, melynek minden tagja kettővel szoroztatván, a C.)-nél levő számsort adja; s e legutóbbi fejezi ki megközelítőleg a bolygók távolságát a Naptól millio mérföldekben; így Merkur 8-, Venusz 14-stb. millio mérföldre esik a Naptól. Eme viszony, melyet Titius állítása szerint a bolygók távolai tüntetnek elő, *Titius-féle törvénynek* neveztetik. E törvény alkalmazatott ama sejtelemre, mely szerint valószínűnek tartatott, hogy a Marsz és Jupiter közti hézagban valamely bolygó létezik, mely a Naptól mintegy 56 millio mérföldre esvén, mindeddig föl nem födöztetett. A Titius-féle törvény nem annyira Titius, mint inkább Kepler idejéből való, s legújabb időben, Neptun bolygóra nézve, valótlannak bizonyult be; mert Neptun közép távola a Naptól 621 millio mérföldre ter-

A)	10,	3,	6,	12,	24,	48,	96,	192,
	4	4	4	4	4	4	4	4
B)	4,	7,	10,	16,	28,	52,	100,	196,
								2
C)	8,	14,	20,	32,	56,	104,	200,	392,
	Merkur,	Venusz,	Föld,	Marsz,	—	Jupiter,	Szturnusz,	Uranusz

jed, holott Titius törvénye szerint 776 millio mérföldnyi volna. Azonban az előbb említett sejtelem napjainkban mégis valósággá vált; mert a Marsz és Jupiter közti hézagban jelenleg már 72 bolygó fődöztetett föl, melyek apró voltak miatt *bolygódonak* neveztetnek. E bolygók többnyire oly csekély kiterjedésűek, miszerint átmérőjüket egyenes mérések útján meghatározni mindeddig nem sikerült. Azonban erre nézve Stampfer már 1851-dik évben más utat ajánlott, melynek lényegével röviden megismerkedni épen nem érdektelen. Ha fölteszszük azt, hogy minden bolygód, a Naptól nyert fényre nézve, egyenlő visszahajtási képességgel bír, akkor, a természetten kétségbe vonhatlan törvényei szerint, 1) az oly két bolygód közül, melyek mindegyike egyenlő távolságban van a Naptól, de egyenlőben a Földtől is, két vagy három akkora fényhatályosságot amaz tüntett elő, melynek a Naptól megvilágított és felénk fordított területe két- vagy háromszor akkora mint a másiké; 2) ha e területek egyenlők, de ha, egyébiránt egyenlő körülmények között, az egyik bolygód távolsága vagy a Naptól vagy a Földtől kétszer akkorává válnék, akkor emennek fényhatályossága négyszer gyöngébbnek mutatkoznék. Ha tehát a bolygók fényhatályossága a Naptól és Földtől való távolaikkal hasonlítottat össze, akkor kiterjedésök némi megközelítéssel meghatározható. Így határozta meg Argelander a bolygók átmérőit, s ezeket mi az egyes bolygókknál megemlítendjük, jóllehet az ezekre vonatkozó adatok a biztosság kellő fokára nem emelkedtek. — Olbers, a nagyhirű bremai csillagász, midőn 1802-dik évben Pallaszt, a bolygók másodikát fölfödözté, azon gondolatra jöve, hogy e bolygók hihetőleg egy nagyobb bolygónak töredékei gyanánt tekintendők. Olbers nézetét némileg igazolá ama körülmény, mely szerint az 1801. évben fölfödözött bolygód, Ceresz, ama fölszálló csomójánál, melyben Pallasz pályasíkját éri, ez utóbbit igen igen megközelíti; de

Olbers véleménye mellett szól az is, hogy az utóbb fölfödözött bolygódok némelyei nem annyira gömböknek, mint inkább, a töredékek módja szerint, szögletes testeknek mutatkoznak; ilyen például Irisz, melynek fényhatályaossága oly változásokat tüntet elő, melyek sem a Naptól vagy Földtől való távolságának változékonyságából, sem légkörnyének megmásuló állapotából nem magyarázhatók; s melyek egyenesen oda mutatni látszanak, hogy e bolygód, tengely körüli forgásakor, majd valamely lapját, majd meg valamely csúcsát fordítja a Föld lakójának észlelő szeme felé. Sőt mi több, Kirchwood ama bolygónak, mely valaha az összes bolygódokat magában foglalá, átmérőjét is számítván ki, azt mintegy 1080 mérföldre, s a tengely körüli megfordulás idejét 57 és $1\frac{1}{2}$ órára becsülte: de Humboldt az e téren sikerrel kecsegtető számolásnak még lehetőségét is kétségbe vonja. Egyébiránt, ha talán nem is lehetetlen, hogy a bolygódok a Marsz és Jupiter között a Nap körül keringett és utóbb szétrombolt bolygóból keletkeztek; de ezen állítólagos szétrombolásnak valódi okát kikutatni aligha lehetséges. Erre nézve némelyek azt gyanítják, hogy ezen erőszakos szétválás a bolygónak más égi testtel való összeütközése által idéztetett elő; de mások meg ama véleményben vannak, hogy e bolygó a vulkáni erők hatásánál fogva dulatott szét, és hogy ily sorsra juthatna a mi Földünk is, ha a benne működő vulkáni erők szüleményei, a tűzhányó hegyekben, rést a kitörésre nem találnának; e szerint tehát a tűzhányó hegyek a Földre vonatkozólag, ugyanazt a szerepet játszák, mely a gőzgépek kazánjainál a biztosító szelepeknek jutott ki. — A bolygódok jegyeire nézve megemlítendő, hogy némelyek kétféle jegyekkel jelöltetnek; mert sok bolygód föl vala már födözve és jeggyel ellátva, a mikor, Amerika csillagászainak ajánlatára, divatossá vált ezeket oly körrel jelölni, mely magában a fölfödözés sorának számát tartalmazza. — A bolygódok fölfödözé-

sének sora Cereszszel kezdődik. Piazzzi Palermóban, hosszabb idő óta a La Caille-féle csillaglajstrom hitelesítésével foglalkozván, januar 1-jén 1801. évben a Bika csillagképében oly csillagra akadt, mely a csillaglajstromban nem vala följelölve; a mért is elhajlását és egyenes emelkedését azonnal meghatározá. Piazzzi dicséretes szokása vala a még föl nem jelölt csillag állását több ízben meghatározni; s ime, január 2-dikán azt tapasztalá, hogy e csillagnak, mely utóbb Ceresznek neveztetett el, elhajlása is és egyenes emelkedése is megváltozott volt; Piazzzi most előbbi meghatározását hiányosnak vélé, de januar 3-dikán, e csillag állását illetőleg, ugyanoly változást vevén észre, emennek szabályszerű mozgásáról győződött meg; s a csillagot, apró bolygónak vagy ködboríték nélküli üstökösnek gondolván, február 11-dikéig szorgalmasan észlelgeté. Piazzzi eme fölfödözést, január 24-kén kelt levelekben, Bode a berlini- és Oriani a majlandi csillagászokkal közlé; de ezek, az akkori postarendszer lassúsága miatt, a tudósítást csak három hónap mulva kapták, a mikor az imént fölfödözött csillag, a Nap szomszédságába vergődván, láthatlanná vált. Így tehát Cereszt, Piazzit kivéve, senki más nem látta; s Piazzzi adatainak nyomán pályáját kiszámolni, az akkori pályaszámolás tökélyetlen volta miatt, lehetetlenségnek látszott. De ugyanazon év október hónapában a még csak 24 éves Gausz Braunschweigban a pályaszámolás új módszerét találván föl, Ceresz pályáját csakhamar kiszámolá, s Zach december 7-kén éjjel az ismét láthatóvá vált Cereszt a Gausz által számolás útján kimutatott helyen megtalálá. Az éleseszű Gausz módszerének megalapítása után, a bolygódok pályáinak meghatározásánál, semmi nehézség többé nem mutatkozott. — A negyedik bolygódnak fölfödözése után e téren 38 évi szünet állt be; és csak 1845-dik évben, tökélyesebb távcsők és pontosabb csillagabronszok használata mellett, födöztetett föl Asztrea, az 5-dik

bolygód, s ennek utána az akkor ismert bolygódok száma, 16 év folyta alatt, uj hatvanhéttel szaporodott. E helyen megemlítendőnek véljük amaz észrevételt, mely a londoni csillagászai társulat 1858-dik évi tudósítványában olvasható, s mely szerint a szembenállás alkalmával az első tiz bolygód, középleg véve, $8\frac{6}{10}$ nagyságu,

a 2-dik	"	"	"	"	$9\frac{6}{10}$	"
a 3-dik	"	"	"	"	$10\frac{4}{10}$	"
a 4-dik	"	"	"	"	$10\frac{9}{10}$	"
az 5-dik	"	"	"	"	$11\frac{4}{10}$	"

csillagok gyanánt tűnnek föl; a mi mintegy oda mutatni látszik, hogy a csillagok vizsgálatára jelenleg hasznáلتeszközök segélyével, a bolygódok fölfödözési terén, igen nagy eredmények többé nem várhatók, melyek már most nagyszerűbb távcsöket és tökélyesb csillagábroszokat igényelni látszanak. — A bolygódok közt vannak olyanok, melyek (például Ceresz, Pallasz, Juno, Irene) igen magasra nyuló légkörnyel bírnak; de Veszta, mely, szembenállás alkalmával gyakran hatod nagyságúvá válván, szabad szemmel is látható, semmi légkörnyel nem bír. — A bolygódoknak mostanig kipuhatolt csillagászati adatai imitt következnek.

92. A bolygódok ujabb és régibb jegyei:

A bolygódok nevei	ujabb jegyei	régibb jegyei
Ceresz	(1)	♁
Pallasz	(2)	♁
Juno	(3)	♁
Veszta	(4)	♁
Asztrea	(5)	♁

A bolygódok nevei	ujabb jegyei	régibb jegyei
Hebe	(6)	♄
Irisz	(7)	♄
Flora	(8)	♄
Metisz	(9)	♄
Higiea	(10)	♄
Parthenope	(11)	♄
Viktoria	(12)	♄
Egeria	(13)	
Irene	(14)	
Eunomia	(15)	♄
Psziche	(16)	
Thetisz	(17)	♄
Melpomene	(18)	
Fortuna	(19)	
Masszalia	(20)	
Lutecia	(21)	
Kalliope	(22)	
Thalia	(23)	
Themisz	(24)	
Foea	(25)	
Proszerpina	(26)	♄
Euterpe	(27)	
Bellona	(28)	♄
Amfitrite	(29)	
Urania	(30)	
Eufroszine	(31)	
Pomona	(32)	
Polihimnia	(33)	
Circe	(34)	♄
Leukothea	(35)	
Atalante	(36)	
Fidesz	(37)	+

A bolygódok nevei	ujabb jegyei	régibb jegyei
Leda	(38)	
Leticia	(39)	
Harmonia	(40)	
Dafne	(41)	
Iszisz	(42)	
Ariadne	(43)	
Nisza	(44)	
Eugenia	(45)	
Hesztia	(46)	
Aglaja	(47)	
Dorisz	(48)	
Palesz	(49)	
Virginia	(50)	
Nemausza	(51)	
Europa	(52)	
Kalipszo	(53)	
Alekszandra	(54)	
Pandora	(55)	
Melete (Pseudo-Dafne)	(56)	
Mnemoszine	(57)	
Konkordia	(58)	
59.*) (Elpisz Olimpia)	(59)	
Danae	(60)	
Echo (Titania)	(61)	
Erato	(62)	
Auszonia	(63)	

*) E bolygó egyideig csak 59-diknek neveztetett, mivelhogy a párisi csillagászok oda nyilatkoztak, miszerint, a sok név elkerülése végett, célszerűbb a bolygódokat egyedül csak ama számmal jelölni, mely a fölfödözés ideje szerinti sorban helyöket kimutatja.

A bolygódok nevei	ujabb jegyei	régibb jegyei
Angelina	(64)	
Cybele (Makszimiliana)	(65)	
Maja	(66)	
Aszia	(67)	
Leto	(68)	
Heszperia	(69)	
Panopea	(70)	
Niobe	(71)	
Feronia	(72)	

93. A bolygódok fölfödözési ideje, a fölfödözőknek és fölfödözés helyeinek nevei.

A bolygódok nevei	A fölfödözés		A fölfödöző neve	A fölfödözés helyének neve
	napja	éve		
Ceresz	jan. 1	1801	Piazzi	Palermo
Pallasz	marc. 28	1802	Olbers	Brema
Juno	szept. 1	1804	Harding	Lilienthal
Veszta	marc. 29	1807	Olbers	Brema
Asztrea	szept. 8	1845	Henke	Driesen
Hebe	jul. 1	1847	"	"
Irisz	aug. 13	1847	Hind	London
Flora	okt. 18	1847	"	"
Metisz	apr. 26	1848	Graham	Markree
Higiea	" 12	1849	de Gasparis	Nápoly
Parthenope	máj. 11	1850	"	"
Viktoria	szept. 13	1850	Hind	London
Egeria	nov. 2	1850	de Gasparis	Nápoly
Irene	máj. 19	1851	Hind	London
Eunomia	jul. 29	1851	de Gasparis	Nápoly
Psziche	marc. 17	1852	"	"
Thetisz	apr. 17	1852	Luther	Bilk

A bolygódok nevei	A fölfödözés		A fölfödöző neve	A fölfödözés helyének neve
	napja	éve		
Melpomene	jun. 24	1852	Hind	London
Fortuna	aug. 22	1852	"	"
Masszalia	szept. 19	1852	de Gasparis	Nápoly
Lutecia	nov. 15	1852	Goldschmidt	Páris
Kalliope	" 16	1852	Hind	London
Thalia	dec. 15	1852	"	"
Themisz	apr. 5	1853	de Gasparis	Nápoly
Focca	" 7	1853	Chacornac	Marseille
Proszerpína	máj. 5	1853	Luther	Bilk
Euterpe	nov. 8	1853	Hind	London
Bellona	marc. 1	1854	Luther	Bilk
Amfitrite	" 1	1854	Marth	London
Uránia	jul. 22	1854	Hind	"
Eufroszine	szept. 2	1854	Ferguson	Washington
Pomona	okt. 26	1854	Goldschmidt	Páris
Polihimnia	" 28	1854	Chacornac	"
Circe	apr. 16	1855	"	"
Leukothea	" 19	1855	Luther	Bilk
Atalante	okt. 5	1855	Goldschmidt	Páris
Fidesz	" 5	1855	Luther	Bilk
Leda	jan. 12	1856	Chacornac	Páris
Leticia	febr. 8	1856	"	"
Harmonia	marc. 31	1856	Goldschmidt	"
Dafne	máj. 22	1856	"	"
Iszisz	" 23	1856	Pogson	Oxford
Ariadne	apr. 15	1857	"	"
Nisza	máj. 27	1857	Goldschmidt	Páris
Eugenia	jun. 26	1857	"	"
Hesztia	aug. 16	1857	Pogson	Oxford
Aglaja	szept. 15	1857	Luther	Bilk
Dorisz	" 19	1857	Goldschmidt	Páris

A bolygódok nevei	A fölfödözés napja éve		A fölfödöző neve	A fölfödözés helyének neve
Palesz	szept. 19	1857	Goldschmidt	Páris
Virginia	okt. 4	1857	Ferguson	Washington
Nemausza	jan. 22	1858	Laurent	Nismes
Europa	febr. 4	1858	Goldschmidt	Páris
Kalipszo	apr. 4	1858	Luther	Bilk
Alekszandra	szept. 10	1858	Goldschmidt	Páris
Pandora	" 10	1858	Searle	Albany
Melete	" —	1858	Schubert és Goldschmidt	Páris
Mnemoszine	" 22	1859	Luther	Bilk
Konkordia	marc. 24	1860	"	"
Elpisz	szept. 12	1860	Chacornac	Páris
Titania	" 15	1860	Ferguson	Washington
Danae	" 19	1860	Goldschmidt	Páris
Erato	okt. 14	1860	Förster és Lesser	Berlin
Auszonia	febr. 11	1861	de Gasparis	Nápoly
Angelina	marc. 5	1861	Tempel	Marseille
Makszimiliana	" 9	1861	"	"
Maja	apr. 9	1861	Tuttle	Cambridge
Aszia	" 17	1861	Pogson	Madras
Leto	" 29	1861	Luther	Bilk
Heszperia	" 29	1861	Shiapparelli	Mailand
Panopea	maj. 5	1861	Goldschmidt	Páris
Niobe	ug. 13	1861	Luther	Bilk
Feronia	maj. 29	1861	Safford és Peters	Hamilton

94. Huszonhat bolygódnak közép fényhatályosságai és
átmérői Argelander szerint:

A bolygódok nevei	közép fényhatá- lyosságai	átmérői német mérőföldekben
Veszta	$6\frac{5}{10}$ nagyságu	$58\frac{5}{10}$
Ceresz	$7\frac{4}{10}$ —	49
Pallasz	$8\frac{2}{10}$ —	$34\frac{4}{10}$
Irisz	$8\frac{3}{10}$ —	$21\frac{5}{10}$
Hebe	$8\frac{3}{10}$ —	$21\frac{5}{10}$
Eunomia	$8\frac{5}{10}$ —	$25\frac{5}{10}$
Flora	$8\frac{8}{10}$ —	$13\frac{9}{10}$
Juno	$8\frac{9}{10}$ —	23
Metisz	$8\frac{9}{10}$ —	$16\frac{7}{10}$
Amfitrite	$9\frac{1}{10}$ —	18
Parthenope	$9\frac{4}{10}$ —	14
Melpomene	$9\frac{4}{10}$ —	$11\frac{5}{10}$
Egeria	$9\frac{4}{10}$ —	$15\frac{8}{10}$
Higiea	$9\frac{5}{10}$ —	$25\frac{5}{10}$
Fortuna	$9\frac{5}{10}$ —	$13\frac{3}{10}$
Irene	$9\frac{6}{10}$ —	$14\frac{8}{10}$
Psziche	$9\frac{6}{10}$ —	20
Urania	$9\frac{7}{10}$ —	$11\frac{3}{10}$
Asztrea	$9\frac{8}{10}$ —	13
Viktoria	10 —	$11\frac{5}{10}$
Euterpe	$10\frac{2}{10}$ —	$8\frac{7}{10}$
Bellona	$10\frac{3}{10}$ —	13
Thetisz	$10\frac{6}{10}$ —	$8\frac{1}{10}$
Thalia	$10\frac{7}{10}$ —	9
Polihimnia	$11\frac{3}{10}$ —	$8\frac{2}{10}$
Eufroszine	$11\frac{3}{10}$ —	$11\frac{2}{10}$

95. A bolygódok középtávola a Naptól, összehasonlítva a Föld ebbeli távolával, s a Nap körüli pályáik közép-külisége.

A bolygódok nevei	Középtávoluk hány- szor akkora mint a Föld ebbeli távola a Naptól	A közép- küliség
Flora	$2 \frac{20139}{100000}$	$\frac{156704}{1000000}$
Ariadne	$2 \frac{20310}{100000}$	$\frac{167284}{1000000}$
Harmonia	$2 \frac{26738}{100000}$	$\frac{46211}{1000000}$
Melpomene	$2 \frac{29676}{100000}$	$\frac{217104}{1000000}$
Viktoria	$2 \frac{33438}{100000}$	$\frac{218920}{1000000}$
Euterpe	$2 \frac{34642}{100000}$	$\frac{173861}{1000000}$
Veszta	$2 \frac{36056}{100000}$	$\frac{90181}{1000000}$
Urania	$2 \frac{36559}{100000}$	$\frac{126397}{1000000}$
Nemausza	$2 \frac{36780}{100000}$	$\frac{67000}{1000000}$
Metisz	$2 \frac{38541}{100000}$	$\frac{123589}{1000000}$
Irisz	$2 \frac{38673}{100000}$	$\frac{1600000}{230755}$
Dafne	$2 \frac{40030}{100000}$	$\frac{1000000}{202500}$
Focsa	$2 \frac{40067}{100000}$	$\frac{1000000}{253126}$
Masszalia	$2 \frac{40887}{100000}$	$\frac{1000000}{143961}$
Nisza	$2 \frac{42416}{100000}$	$\frac{1000000}{149334}$
Hebe	$2 \frac{42519}{100000}$	$\frac{1000000}{201802}$
Lutecia	$2 \frac{43523}{100000}$	$\frac{1000000}{161634}$
Iszisz	$2 \frac{43999}{100000}$	$\frac{1000000}{225628}$

A bolygódok nevei	Közép távoluk hány- szor akkora mint a Föld ebbeli távola a Naptól	A közép- küliség
Fortuna	$2 \frac{44304}{1000000}$	158426 1000000
Parthenope	$2 \frac{45260}{1000000}$	98583 1000000
Thetisz	$2 \frac{47420}{1000000}$	127229 1000000
Hesztia	$2 \frac{51739}{1000000}$	161518 1000000
Amfitrite	$2 \frac{55447}{1000000}$	72500 1000000
Asztrea	$2 \frac{57631}{1000000}$	189992 1000000
Egeria	$2 \frac{57700}{1000000}$	87857 1000000
Melete	$2 \frac{58350}{1000000}$	227000 1000000
Pomona	$2 \frac{58901}{1000000}$	80881 1000000
Irene	$2 \frac{58951}{1000000}$	165248 1000000
Kalipszo	$2 \frac{61450}{1000000}$	206700 1000000
Thalia	$2 \frac{62807}{1000000}$	231927 1000000
Fidesz	$2 \frac{64215}{1009000}$	174893 1000000
Eunomia	$2 \frac{64369}{1000000}$	187899 1000000
Virginia	$2 \frac{64460}{1000000}$	281930 1000000
Proserpina	$2 \frac{65604}{1000000}$	87522 1000000
Juno	$2 \frac{66861}{1000000}$	256535 1000000
Konkordia	$2 \frac{67020}{1000000}$	51609 1000000
Circe	$2 \frac{68529}{1000000}$	108724 1000000
Alekszandra	$2 \frac{70760}{1000000}$	199600 1000000
Eugenia	$2 \frac{71938}{1000000}$	82180 1000000

A bolygódok nevei	Közép távoluk hány- szor akkora mint a Föld ebbeli távolsága a Naptól	A közép- küliség
Leda	$2 \frac{75986}{100000}$	$\frac{155570}{1000000}$
Atalante	$2 \frac{74989}{100000}$	$\frac{298171}{1000000}$
Pandora	$2 \frac{75980}{100000}$	$\frac{142100}{1000000}$
Ceresz	$2 \frac{76577}{100000}$	$\frac{79150}{1000000}$
Pallasz	$2 \frac{76953}{100000}$	$\frac{239045}{1000000}$
Leticia	$2 \frac{77105}{100000}$	$\frac{110813}{1000000}$
Bellona	$2 \frac{77518}{100000}$	$\frac{154507}{1000000}$
Polihimnia	$2 \frac{86550}{100000}$	$\frac{336806}{1000000}$
Aglaja	$2 \frac{88147}{100000}$	$\frac{129498}{1000000}$
Kalliope	$2 \frac{90904}{100000}$	$\frac{103664}{1000000}$
Psziche	$2 \frac{92787}{100000}$	$\frac{134634}{1000000}$
Leukothea	$3 \frac{147}{100000}$	$\frac{273721}{1000000}$
Palesz	$3 \frac{8590}{100000}$	$\frac{237800}{1000000}$
Europa	$3 \frac{9990}{100000}$	$\frac{101000}{1000000}$
Dorisz	$3 \frac{10680}{100000}$	$\frac{77100}{1000000}$
Themisz	$3 \frac{14199}{100000}$	$\frac{117009}{1000000}$
Higiea	$3 \frac{14937}{100000}$	$\frac{100558}{1000000}$
Mnemoszine	$3 \frac{15520}{100000}$	$\frac{106100}{1000000}$
Eufroszine	$3 \frac{15616}{100000}$	$\frac{216017}{1000000}$

96. A bolygók közép, legnagyobb és legkisebb távola
a Naptól

A bolygók nevei	Távolaik a Naptól millio földrajzi mértföldben		
	közép	legnagyobb	legkisebb
Flora	$45\frac{53}{100}$	$52\frac{66}{100}$	$38\frac{40}{100}$
Ariadne	$45\frac{57}{100}$	$53\frac{19}{100}$	$37\frac{95}{100}$
Harmonia	$46\frac{90}{100}$	$49\frac{7}{100}$	$44\frac{73}{100}$
Melpomene	$47\frac{49}{100}$	$57\frac{81}{100}$	$37\frac{17}{100}$
Viktoria	$48\frac{28}{100}$	$58\frac{85}{100}$	$37\frac{71}{100}$
Euterpe	$48\frac{51}{100}$	$56\frac{93}{100}$	$40\frac{9}{100}$
Vesza	$48\frac{82}{100}$	$53\frac{22}{100}$	$44\frac{42}{100}$
Urania	$48\frac{92}{100}$	$55\frac{10}{100}$	$42\frac{74}{100}$
Nemausza	$48\frac{97}{100}$	$52\frac{25}{100}$	$45\frac{69}{100}$
Metisz	$49\frac{34}{100}$	$55\frac{45}{100}$	$43\frac{23}{100}$
Irisz	$49\frac{37}{100}$	$60\frac{76}{100}$	$37\frac{98}{100}$
Dafne	$49\frac{44}{100}$	$59\frac{69}{100}$	$39\frac{19}{100}$
Focsa	$94\frac{64}{100}$	$62\frac{21}{100}$	$37\frac{7}{100}$
Masszalia	$49\frac{82}{100}$	$56\frac{99}{100}$	$42\frac{65}{100}$
Nisza	$50\frac{13}{100}$	$57\frac{62}{100}$	$42\frac{65}{100}$
Hebe	$50\frac{15}{100}$	$60\frac{29}{100}$	$40\frac{2}{100}$
Lutecia	$50\frac{36}{100}$	$58\frac{50}{100}$	$42\frac{23}{100}$
Iszisz	$50\frac{46}{100}$	$61\frac{85}{100}$	$39\frac{8}{100}$
Fortuna	$50\frac{50}{100}$	$58\frac{47}{100}$	$42\frac{53}{100}$

A bolygódok nevei	Távolaik a Naptól millio földrajzi mérföldben		
	közép	legnagyobb	legkisebb
Parthenope	$50 \frac{72}{100}$	$55 \frac{73}{100}$	$45 \frac{72}{100}$
Thetisz	$51 \frac{17}{100}$	$57 \frac{68}{100}$	$44 \frac{66}{100}$
Hesztia	$52 \frac{6}{100}$	$60 \frac{47}{100}$	$43 \frac{66}{100}$
Amfitrite	$52 \frac{53}{100}$	$56 \frac{66}{100}$	49
Asztrea	$53 \frac{29}{100}$	$63 \frac{42}{100}$	$43 \frac{16}{100}$
Egeria	$53 \frac{30}{100}$	$57 \frac{98}{100}$	$48 \frac{62}{100}$
Melete	$53 \frac{42}{100}$	$65 \frac{54}{100}$	$41 \frac{30}{100}$
Pomona	$53 \frac{55}{100}$	$57 \frac{88}{100}$	$49 \frac{22}{100}$
Irene	$53 \frac{56}{100}$	$62 \frac{41}{100}$	$44 \frac{71}{100}$
Kalipszo	$54 \frac{15}{100}$	$65 \frac{35}{100}$	$42 \frac{96}{100}$
Thalia	$54 \frac{35}{100}$	$66 \frac{96}{100}$	$41 \frac{75}{100}$
Fidesz	$54 \frac{64}{100}$	$64 \frac{20}{100}$	$45 \frac{9}{100}$
Eunomia	$54 \frac{67}{100}$	$64 \frac{94}{100}$	$44 \frac{40}{100}$
Virginia	$54 \frac{78}{100}$	$70 \frac{50}{100}$	$39 \frac{6}{100}$
Proszerpína	$54 \frac{93}{100}$	$59 \frac{74}{100}$	$50 \frac{13}{100}$
Juno	$55 \frac{18}{100}$	$69 \frac{36}{100}$	$41 \frac{3}{100}$
Konkordia	$55 \frac{43}{100}$	$58 \frac{29}{100}$	$52 \frac{57}{100}$
Circe	$55 \frac{54}{100}$	$61 \frac{58}{100}$	$49 \frac{50}{100}$
Alekszandra	$55 \frac{99}{100}$	$67 \frac{17}{100}$	$44 \frac{82}{100}$
Eugenia	$56 \frac{24}{100}$	$60 \frac{86}{100}$	$51 \frac{62}{100}$
Leda	$56 \frac{66}{100}$	$65 \frac{48}{100}$	$47 \frac{85}{100}$

A bolygódok nevei	Távolaik a Naptól millio földrajzi mértföldben		
	közép	legnagyobb	legkisebb
Atalante	$56\frac{87}{100}$	$73\frac{83}{100}$	$39\frac{91}{100}$
Pandora	$57\frac{8}{100}$	$65\frac{19}{100}$	$48\frac{97}{100}$
Ceresz	$57\frac{20}{100}$	$61\frac{73}{100}$	$52\frac{68}{100}$
Pallasz	$57\frac{28}{100}$	$70\frac{97}{100}$	$43\frac{59}{100}$
Leticia	$57\frac{31}{100}$	$63\frac{67}{100}$	$50\frac{96}{100}$
Bellona	$57\frac{39}{100}$	$66\frac{26}{100}$	$48\frac{53}{100}$
Polihimnia	$59\frac{26}{100}$	$79\frac{22}{100}$	$39\frac{30}{100}$
Aglaja	$59\frac{59}{100}$	$67\frac{31}{100}$	$51\frac{88}{100}$
Kalliope	$60\frac{16}{100}$	$66\frac{40}{100}$	$53\frac{93}{100}$
Psziche	$60\frac{45}{100}$	$68\frac{59}{100}$	$52\frac{31}{100}$
Leukothea	$62\frac{7}{100}$	$75\frac{34}{100}$	$48\frac{81}{100}$
Palesz	$63\frac{82}{100}$	79	$48\frac{65}{100}$
Europa	$64\frac{11}{100}$	$70\frac{59}{100}$	$57\frac{63}{100}$
Dorisz	$64\frac{25}{100}$	$69\frac{21}{100}$	$59\frac{30}{100}$
Themisz	$64\frac{98}{100}$	$72\frac{59}{100}$	$57\frac{38}{100}$
Higiea	$65\frac{17}{100}$	$71\frac{75}{100}$	$58\frac{60}{100}$
Mnemoszine	$65\frac{25}{100}$	$72\frac{18}{100}$	$58\frac{33}{100}$
Eufroszine	$65\frac{58}{100}$	$79\frac{38}{100}$	$51\frac{18}{100}$

97. A bolygódok legnagyobb és legkisebb távola a Földtől.

A bolygódok nevei	Távolaik a Földtől millió földrajzi mérföldben	
	legnagyobb	legkisebb
Flora	73	18
Ariadne	74	17
Harmonia	70	24
Melpomene	78	16
Viktoria	80	17
Euterpe	78	19
Veszta	74	24
Urania	76	22
Nemausza	73	25
Metisz	76	23
Irisz	81	17
Dafne	80	19
Focea	83	16
Masszalia	78	22
Nisza	78	22
Hebe	81	19
Lutecia	79	22
Iszisz	83	18
Fortuna	79	22
Parthenope	76	25
Thetisz	78	24
Hesztia	81	23
Amfitrite	77	28
Asztrea	84	23
Egeria	79	28
Melete	86	21
Pomona	79	29

A bolygók nevei	Távolaik a Földtől millió földrajzi mérföldben	
	legnagyobb	legkisebb
Irene	83	24
Kalipszo	86	22
Thalia	88	21
Fides	85	24
Eunomia	86	24
Virginia	91	18
Proszerpína	81	29
Juno	90	21
Konkordia	79	32
Circe	82	29
Alekszandra	88	24
Eugenia	82	31
Leda	86	27
Atalante	94	19
Pandora	86	28
Ceresz	82	32
Pallasz	91	23
Leticia	84	30
Bellona	87	28
Polihimnia	100	19
Aglaia	88	31
Kalliope	87	33
Psziche	89	32
Leukothea	96	28
Palesz	100	28
Europa	91	37
Dorisz	90	39
Themisz	93	37
Higiea	92	38
Mnemoszine	93	38
Eufroszine	100	31

98. A bolygódok Nap körüli keringésének ideje.

A bolygódok nevei	Keringés-ideje				
	csillagzati, napok	fordulati, napok	év	nap	óra
Flora	1193 $\frac{1}{100}$	1192 $\frac{86}{100}$	1	161	4
Ariadne	1194 $\frac{40}{100}$	1194 $\frac{25}{100}$	1	160	22
Harmonia	1247 $\frac{5}{100}$	1246 $\frac{88}{100}$	1	151	7
Melpomene	1271 $\frac{37}{100}$	1271 $\frac{20}{100}$	1	147	6
Viktoria	1302 $\frac{73}{100}$	1302 $\frac{55}{100}$	1	142	8
Euterpe	1312 $\frac{82}{100}$	1312 $\frac{64}{100}$	1	140	19
Veszta	1324 $\frac{71}{100}$	1324 $\frac{52}{100}$	1	139	2
Urania	1328 $\frac{95}{100}$	1328 $\frac{76}{100}$	1	138	11
Nemausza	1330 $\frac{80}{100}$	1330 $\frac{62}{100}$	1	138	4
Metisz	1345 $\frac{68}{100}$	1345 $\frac{49}{100}$	1	136	2
Irisz	1346 $\frac{80}{100}$	1346 $\frac{61}{100}$	1	135	22
Dafne	1358 $\frac{34}{100}$	1358 $\frac{13}{100}$	1	134	9
Focea	1358 $\frac{62}{100}$	1358 $\frac{42}{100}$	1	134	7
Masszalia	1365 $\frac{58}{100}$	1365 $\frac{39}{100}$	1	133	9
Nisza	1378 $\frac{61}{100}$	1378 $\frac{41}{100}$	1	131	16
Hebe	1379 $\frac{48}{100}$	1379 $\frac{28}{100}$	1	131	13
Lutecia	1388 $\frac{6}{100}$	1387 $\frac{85}{100}$	1	130	11
Iszisz	1392 $\frac{14}{100}$	1391 $\frac{93}{100}$	1	129	22
Fortuna	1394 $\frac{75}{100}$	1394 $\frac{51}{100}$	1	129	14
Parthenope	1402 $\frac{94}{100}$	1402 $\frac{73}{100}$	1	128	14
Thetisz	1421 $\frac{51}{100}$	1421 $\frac{30}{100}$	1	126	7

A bolygódok nevei	Keringés-idő				
	csillagzati, napok	fordulati, napok	fényváltozati, év	nap	óra
Hesztia	1458 $\frac{89}{100}$	1458 $\frac{67}{100}$	1	122	0
Amfitrite	1491 $\frac{25}{100}$	1491 $\frac{2}{100}$	1	118	12
Asztrea	1510 $\frac{58}{100}$	1510 $\frac{34}{100}$	1	116	12
Egeria	1511 $\frac{1}{100}$	1510 $\frac{77}{100}$	1	116	11
Melete	1516 $\frac{70}{100}$	1516 $\frac{46}{100}$	1	115	21
Pomona	1521 $\frac{62}{100}$	1521 $\frac{37}{100}$	1	115	9
Irene	1522 $\frac{2}{100}$	1521 $\frac{78}{100}$	1	115	8
Kalipszo	1547 $\frac{70}{100}$	1547 $\frac{45}{100}$	1	112	20
Thalia	1556 $\frac{16}{100}$	1555 $\frac{90}{100}$	1	112	1
Fidesz	1568 $\frac{70}{100}$	1568 $\frac{44}{100}$	1	110	21
Eunomia	1570 $\frac{5}{100}$	1569 $\frac{79}{100}$	1	110	18
Virginia	1574 $\frac{45}{100}$	1574 $\frac{19}{100}$	1	110	8
Proszerpína	1581 $\frac{7}{100}$	1580 $\frac{60}{100}$	1	109	18
Juno	1592 $\frac{30}{100}$	1592 $\frac{3}{100}$	1	108	18
Konkordia	1602 $\frac{69}{100}$	1602 $\frac{43}{100}$	1	107	20
Circe	1607 $\frac{25}{100}$	1606 $\frac{98}{100}$	1	107	10
Alekszandra	1627 $\frac{34}{100}$	1627 $\frac{6}{100}$	1	105	17
Eugenia	1637 $\frac{96}{100}$	1637 $\frac{68}{100}$	1	104	20
Leda	1656 $\frac{34}{100}$	1656 $\frac{5}{100}$	1	103	8
Atalante	1665 $\frac{63}{100}$	1665 $\frac{34}{100}$	1	102	14
Pandora	1674 $\frac{64}{100}$	1674 $\frac{35}{100}$	1	101	21
Ceresz	1680 $\frac{5}{100}$	1679 $\frac{75}{100}$	1	101	12

A bolygódok nevei	Keringés-idő				
	csillagzati, napok	fordulati, napok	fényváltozati, év nap óra		
Pallasz	1683 $\frac{48}{100}$	1683 $\frac{18}{100}$	1	101	5
Leticia	1684 $\frac{87}{100}$	1684 $\frac{57}{100}$	1	101	3
Bellona	1688 $\frac{65}{100}$	1688 $\frac{35}{100}$	1	100	20
Polihimnia	1771 $\frac{74}{100}$	1771 $\frac{41}{100}$	1	94	21
Aglaja	1786 $\frac{57}{100}$	1788 $\frac{23}{100}$	1	93	21
Kalliope	1812 $\frac{28}{100}$	1811 $\frac{93}{100}$	1	92	5
Psziche	1825 $\frac{21}{100}$	1824 $\frac{86}{100}$	1	91	10
Leukothea	1899 $\frac{31}{100}$	1898 $\frac{94}{100}$	1	86	23
Palesz	1980 $\frac{4}{100}$	1979 $\frac{63}{100}$	1	82	15
Europa	1993 $\frac{50}{100}$	1993 $\frac{8}{100}$	1	81	23
Dorisz	2000 $\frac{22}{100}$	1999 $\frac{80}{100}$	1	81	15
Themisz	2034 $\frac{25}{100}$	2033 $\frac{82}{100}$	1	79	23
Higiea	2041 $\frac{43}{100}$	2040 $\frac{99}{100}$	1	79	14
Mnemoszine	2047 $\frac{10}{100}$	2046 $\frac{66}{100}$	1	79	8
Eufroszine	2048 $\frac{3}{100}$	2047 $\frac{59}{100}$	1	79	7

99. A bolygódok által egy nap alatt befutott ívek közép nagysága s a pályahajlás :

A bolygódok nevei	Az egynapi ív ívmásodpercekben	A pályahajlás		
		fok	perc	m. perc
Flora	$1086\frac{469}{1000}$	5	53	8
Ariadne	$1085\frac{200}{1000}$	3	27	58
Harmonia	$1039\frac{390}{1000}$	4	15	46
Melpomene	$1019\frac{509}{1000}$	10	8	52
Viktoria	$994\frac{971}{1000}$	8	23	19
Euterpe	$987\frac{322}{1000}$	1	35	33
Veszta	$978\frac{465}{1000}$	7	8	17
Urania	$975\frac{345}{1000}$	2	5	57
Nemausza	$973\frac{990}{1000}$	9	37	—
Metisz	$963\frac{218}{1000}$	5	35	56
Irisz	$962\frac{419}{1000}$	5	27	56
Dafne	$954\frac{250}{1000}$	15	48	—
Focea	$954\frac{48}{1000}$	21	36	5
Masszalia	$949\frac{179}{1000}$	—	41	7
Nisza	$940\frac{215}{1000}$	3	41	41
Hebe	$939\frac{621}{1000}$	14	46	20
Lutecia	$933\frac{813}{1000}$	3	5	22
Iszisz	$931\frac{80}{1000}$	8	34	32
Fortuna	$929\frac{340}{1000}$	1	32	28
Parthenope	$924\frac{913}{1000}$	4	36	59

A bolygódok nevei	Az egynapi iv ívmásodpercekben	A pályahajlás		
		fok	perc	m. perc
Thetisz	$911 \frac{841}{1000}$	5	36	2
Hesztia	$888 \frac{481}{1000}$	2	17	11
Amfitrite	$869 \frac{207}{1000}$	6	8	—
Asztrea	$858 \frac{86}{1000}$	5	19	35
Egeria	$857 \frac{842}{1000}$	16	31	47
Melete	$854 \frac{620}{1000}$	7	56	—
Pomona	$851 \frac{816}{1000}$	5	28	49
Irene	$851 \frac{632}{1000}$	9	7	5
Kalipszo	$837 \frac{510}{1000}$	5	7	—
Thalia	$832 \frac{956}{1000}$	10	13	12
Fidesz	$826 \frac{313}{1000}$	3	7	11
Eunomia	$825 \frac{587}{1000}$	11	44	—
Virginia	$823 \frac{280}{1000}$	2	48	—
Proszerpína	$819 \frac{839}{1000}$	3	35	39
Juno	$814 \frac{52}{1000}$	13	3	27
Konkordia	$808 \frac{780}{1000}$	5	16	—
Circe	$806 \frac{481}{1000}$	5	26	52
Alekszandra	$796 \frac{530}{100}$	11	47	—
Eugenia	$791 \frac{364}{1000}$	6	34	56
Leda	$782 \frac{580}{1000}$	6	58	32
Atalante	$778 \frac{234}{1000}$	18	42	9
Pandora	$774 \frac{30}{1000}$	7	14	—
Ceresz	$771 \frac{545}{1000}$	10	36	27

A bolygódok nevei	Az egynapi iv ívmásodpercekben	A pályahajlás		
		fok	perc	m. perc
Pallasz	769 ⁹⁷¹ / ₁₀₀₀	34	42	37
Leticia	769 ³⁴⁰ / ₁₀₀₀	10	21	—
Bellona	767 ⁶²⁴ / ₁₀₀₀	9	22	31
Polihimnia	731 ⁶²² / ₁₀₀₀	1	56	56
Aglaja	725 ⁵⁵¹ / ₁₀₀₀	5	—	14
Kalliope	715 ²⁵⁹ / ₁₀₀₀	13	44	52
Psziche	710 ¹⁹⁵ / ₁₀₀₀	3	4	9
Leukothea	682 ⁴⁸⁹ / ₁₀₀₀	8	12	11
Palesz	654 ⁶⁷⁰ / ₁₀₀₀	3	9	—
Europa	650 ²⁵⁰ / ₁₀₀₀	7	25	—
Dorisz	648 ⁷⁰ / ₁₀₀₀	6	30	—
Themisz	637 ²²⁶ / ₁₀₀₀	—	48	53
Higiea	634 ⁹⁸⁶ / ₁₀₀₀	3	47	9
Mnemoszine	633 ²³⁰ / ₁₀₀₀	15	5	—
Eufroszine	632 ⁹⁴⁰ / ₁₀₀₀	26	25	12

100. A bolygódok napközelének és főlzálló csomójának hosszúsága.

A bolygódok nevei	A napközel hossz.			A főlz. csomó hosszús.		
	fok	perc	m. perc	fok	perc	m. perc
Flora	32	54	28	110	17	49
Ariadne	277	13	47	264	32	22
Harmonia	1	13	23	93	32	40
Melpomene	15	20	15	150	4	9
Victoria	301	39	25	235	34	42
Euterpe	87	48	30	93	42	1
Vesztá	250	46	10	103	23	39
Urania	30	49	41	308	12	—
Nemausza	175	41	—	175	39	—
Metisz	71	29	21	68	31	24
Irisz	41	23	12	259	44	39
Dafne	230	22	—	180	6	—
Focea	302	37	22	214	3	40
Masszalia	98	5	5	206	43	50
Nisza	111	37	53	131	1	17
Hebe	14	57	47	138	34	25
Lutecia	326	43	52	80	28	28
Iszisz	317	59	49	84	30	44
Fortuna	30	47	53	211	26	33
Parthenope	316	20	52	125	4	35
Thetisz	260	27	59	125	20	33
Hesztia	354	19	44	181	40	44
Amfitrite	56	13	42	356	22	51
Asztrea	134	35	36	141	24	49
Egeria	118	58	45	43	18	31
Melete	294	58	—	194	53	—
Pomona	193	33	43	220	48	1

A bolygódok nevei	A napközel hossz.			A fölsz. csomó hosszus.		
	fok	perc	m. perc	fok	perc	m. perc
Irene	179	26	55	86	40	15
Kalipszo	92	28	—	144	4	—
Thalia	124	4	20	67	38	37
Fidesz	66	4	28	8	9	37
Eunomia	27	51	46	293	54	51
Virginia	10	—	—	173	32	—
Proszerpina	235	16	30	45	53	20
Juno	54	8	17	170	59	32
Konkordia	116	30	—	162	3	—
Circe	149	28	27	184	50	42
Alekszandra	293	39	—	313	51	—
Eugenia	229	36	9	148	6	—
Leda	100	40	28	296	27	47
Atalante	42	23	48	359	9	29
Pandora	11	26	—	10	57	—
Ceresz	49	33	41	80	48	22
Pallasz	122	3	50	172	38	20
Leticia	2	7	12	157	19	39
Bellona	122	24	48	144	43	5
Polihimnia	340	53	55	9	16	5
Aglaja	313	41	38	4	29	11
Kalliope	58	8	—	66	36	55
Psiche	12	38	59	150	31	20
Leukothea	200	49	6	355	55	8
Palesz	32	50	—	290	30	—
Europa	102	12	—	129	57	—
Dorisz	77	12	—	185	14	—
Themisz	139	7	57	36	9	13
Higiea	227	47	59	287	38	34
Mnemoszine	53	25	—	200	9	—
Eufroszine	93	51	7	31	25	23

101. *A bolygódok időpontja.* — Az imitt következő adatok különösen ama pillanatra vonatkoznak, a melyben, a minden bolygódhoz csatolt napon, a déli 12 óra állt be; és pedig Floránál a párisi, Fidesznél a greenwichi-, s a többinél a berlini közdivati óra szerint.

A bolygódok nevei	Mely		vala a bolygód kö- zép hosszúsága			
	napon	évben	fok	perc	m. perc	
Flora	jan. 1	1848	68	48	32	
Ariadne	apr. 17	1857	224	3	15	
Harmonia	jun. 17	1856	216	34	6	
Melpomene	febr. 4	1861	109	39	20	
Viktoria	dec. 31	1850	7	42	5	
Euterpe	jan. 1	1854	75	3	36	
Veszta	" 14	1856	83	55	15	
Urania	" 24	1856	112	24	17	
Nemausza	dec. 31	1857	154	24	—	
Metisz	jul. 12	1856	294	56	22	
Irisz	apr. 19	1857	200	41	2	
Dafne	máj. 31	1856	202	21	—	
Focca	jul. 1	1853	265	22	25	
Masszalia	dec. 21	1860	92	16	36	
Nisza	" 31	1857	278	9	28	
Hebe	jan. 24	1856	24	8	12	
Lutecia	" 2	1853	41	45	40	
Iszisz	" 1	1860	247	46	26	
Fortuna	nov. 5	1852	6	12	27	
Parthenope	dec. 4	1859	58	43	24	
Thetisz	marc. 20	1859	123	25	35	
Hesztia	jan. 1	1860	178	7	10	
Amfitrite	nov. 24	1856	62	2	58	
Asztrea	dec. 31	1849	80	56	3	
Egeria	jan. 30	1860	128	24	4	

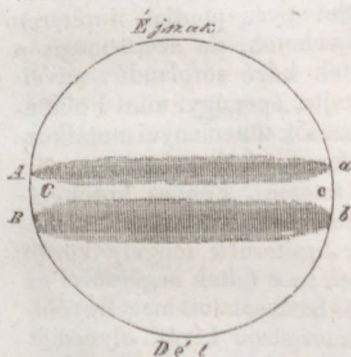
A bolygódok nevei	Mely		vala a bolygód kö- zép hosszúsága			
	napon	évben	fok	perc	m. perc	
Melete	szept. 13	1857.	330	54	—	
Pomona	jan. 25	1860	134	30	20	
Irene	nov. 5	1857	63	39	50	
Kalipszo	apr. 8	1858	162	20	—	
Thalia	szept. 17	1860	20	39	58	
Fidesz	nov. 16	1855	42	5	4	
Eunomia	jan. 3	1853	66	52	51	
Virginia	dec. 31	1857	31	41	—	
Proserpina	marc. 20	1857	181	21	41	
Juno	" 4	1856	341	17	35	
Konkordia	apr. 10	1860	179	48	—	
Circe	jul. 13	1856	296	38	6	
Alekszandra	szept. 20	1858	323	55	—	
Eugenia	dec. 31	1857	294	34	37	
Leda	" 31	1855	112	55	7	
Atalante	" 31	1855	36	21	7	
Pandora	" 30	1858	28	26	11	
Ceresz	jul. 1	1856	97	39	58	
Pallasz	jun. 21	1856	73	17	—	
Leticia	jan. 1	1856	146	43	30	
Bellona	febr. 28	1854	159	3	58	
Polihimnia	dec. 31	1854	23	14	—	
Aglaja	febr. 3	1858	16	6	47	
Kalliope	dec. 31	1852	76	58	50	
Psziche	nov. 26	1855	51	33	49	
Leukothea	marc. 5	1860	174	40	14	
Palesz	febr. 23	1858	31	25	—	
Europa	dec. 31	1857	136	25	—	
Dorisz	okt. 31	1857	359	4	—	
Themisz	apr. 14	1858	130	4	35	
Higiea	szept. 17	1851	354	47	48	
Mnemoszine	jan. 1	1860	28	51	—	
Eufroszine	dec. 31	1854	53	49	50	

G.) Külső bolygók.

102. *Jupiter*.⁴ — Jupiter, a bolygók legnagyobbja, a tömeg mennyiségére vonatkozólag csak 336-szor-, de a térfogatra nézve, majdnem 1414-szer akkora, mint a Föld; s innen van, hogy Jupiter nagy fényben mutatkozik, jóllehet, nagyobb távolsága miatt a Naptól, fölületének egyegy pontja 27-szer kevesebb fény- és hősugárakat kap, mintsem a földfölület egyes pontjai. Jupiteren a fényváltozatok észre nem vehetők, de azért mégis a sötét és átlátszatlan égi testek közé sorolandó; mivel-hogy négy holddal birván, rajta, épen úgy, mint Földünkön, a Nap- és holdfogyatkozások tüneményei mutatkoznak. Jupiter tengely körüli forgása igen sebes, s annál-fogva sarktáji lapulata igen tetemes. Fényes korongjában nem ritkán foltok mutatkoznak, melyeknek némelyei hosszabb ideig tartván, Jupiternek tengely körüli forgó mozgásáról kezeskednek; s e foltok segítségével az egyegy megfordulás tartama is határozottatott meg. Egyébiránt e foltok némelyei, eme mozgáson kívül, olyneműt is tüntetnek elő, mely azt mutatja, hogy a Jupiter légkörnyyel is bír, melyben a foltok gyanánt mutatkozó föllegek, épen úgy, mint a Föld légkörnyében, a szelek által vitetnek odább. E szelek, vagyis inkább az ekkint haladó föllegek sebessége annál nagyobb, minél közelebb esnek ezek Jupiter egyenlítőjéhez; Schröter egyik foltot egy időmásodperc alatt mintegy 17 párisi lábra haladni látott, mely sebességgel nálunk a mérsékelt

erejű szelek bírnak; de máskor meg Schröter az ily foltot egy másodperc alatt 348 lábra rohanni szemlélte; s ily erős szelekről és emezek iszonyú hatásairól nekünk a Földön aligha van fogalmunk; mert legerősebb orkánaink is, melyek nálunk a házakat százankint, a fákat ezrenként rombolák és döntögeték, 150 lábnyinál nagyobb sebességgel nem bírtak. Egyébiránt igen föltűnő az, hogy az egyenlítő melletti szelek Jupiterben a föllegeket nyugatról keletre hajtják, vagyis ugyanazon irányban, a melyben e bolygó a tengely körül forog; holott a Földön az egyenlítő melletti pásztás szelek a Föld forgásával ellenkező irányban haladnak. — E foltokon kívül Jupiter egyenlítője mellett két széles, s az imint említett egyenlítővel egyenközü *sujtány* is (*Aa* és *Bb* a 100. ábrában) látható, melyek

100. Ábra.



szürke színűek lévén, a bolygót övszerűleg vesz körül, s egymástól a *Cc világos sujtány* által szétválasztvák. E sujtányok, Herschel

Iván állítása szerint, színöket is, helyöket is változtatják; sőt Cassini 1691-dik évben azt írta, hogy e sujtányok, melyek már 1630-dik évben vétettek észre, csak 40 év óta ismét láthatók; s valóban Herschel is az 1647-dik évben is látta; de Herschel Vilmos is az 1793-dik évben azt állította, hogy egyik alkalommal Jupiternek eme sujtányai nem mutatkoztak: 1834. és 1835-dik évben az északi sujtány láthatatlanná vált; s a délit Mädler, az 1835. év december hónapában, a hosszúság irányában ketté oszolni szemlélte. Mindezek

arra mutatni látszanak, hogy e sujtányok nem annyira *állandóknak*, mint inkább csak huzamosb tartamuaknak nevezendők. Egyébiránt e három *fősujtánynyal* egyenközü *melléksujtányok* Jupiter sarkai felé is mutatkoznak, melyek azonban szakadozottak, mulékonyabbak, keskenyebbek, halaványabbak. E sujtányok okára vonatkozólag Herschel Vilmos azt gyanítja, hogy a világos sujtányok föllegek gyanánt tekintendők, melyek a Naptól jövő fénysugarakat tetemes mennyiségben verik vissza; s a sötét sujtányok ott keletkeznek, hol a napsugarak, föllegektől ment légen át, Jupiter szilárd fölleteig hatolnak, mely utóbbi, kevesebb fénysugárt vevén vissza, sötétebb színűnek mutatkozik. Egyébiránt, hogy a világos színben mutatkozó föllegek sujtányszerűleg alakulnak és az egyenlítővel egyenközüleg helyezkednek, az leginkább olynemű szelek által eszközölhető, melyek e bolygón, mint Földünkön a pásztás és évszakos szelek, meg nem másuló szabályokhoz alkalmazkodni kénytelenek.

Jupiter valódi átmérője: 19294 fr. mérföld;

Föllete: $1169^{53}/_{100}$ millió négyzetes mf.

Térfogata: $3^{7609}/_{10000}$ billió köb. mf.

Tömöttsége: $^{238}/_{1000}$ szer akkora, mint a Földé, s nem is másfélszer, hanem csak 1 és $^{328}/_{1000}$ -szer akkora, mint a vízé;

Tömege: a Nap 1054-szer annyi tömeggel bír, mint Jupiter;

Estér $40^{1}/_{10}$ 40 párisi láb, a 151 fontnyi földi test Jupiterben 404 fontot nyomna;

Lapulata: Hansen és Herschel Iván szerint $^{1}/_{14}$;

A tengely körüli megfordulás ideje: 9 óra, 55 perc, 27 másodperc;

A csillagzati keringés ideje: $4332^{5848}/_{10000}$ nap;

A fordulati " " $4330^{59317}/_{100000}$ nap;

A fénypáltozati " " 1 év, 33 nap, 16 óra;

Az egy napi év közép nagysága: $299^{26613}/_{100000}$ ívmásodperc;

Legnagyobb távolság a Naptól: $112^{76}/_{100}$ millió fr. mf.
 Legkisebb " " " $102^{39}/_{100}$ millió fr. mf.
 Közép " " " $107^{57.5}/_{1000}$ millió fr. mf.
 Közép távolság a Naptól 5 és $202767/_{1000000}$ -szor akkora
 mint a Földnek ebbeli távolsága;

Legnagyobb távolság a Földtől: 134 millió fr. mf.

Legkisebb " " " 81

A Nap körüli pálya középkülisége: $48^{16210}/_{1000000000}$;

" " " " hajlása: $1^0, 18', 51^{6}/_{10}''$;

A napközeli hosszúsága: $11^0, 7', 38''$;

A főtávolság csomópont hosszúsága: $98^0, 25', 45''$;

A középküliség évenként nagyobbodik: önnagyságának
 $15350/_{10000000000}$ részével;

A pályahajlás évenként kisebbedik: $23/_{100}$ részével egy
 ívmásodperccel;

A napközeli hosszúsága évenként nagyobbodik: $6^{65}/_{100}$ ív-
 másodperccel;

A főtávolság csomópont hosszúsága évenként kisebbedik: $15^9/_{10}$
 ívmásodperccel;

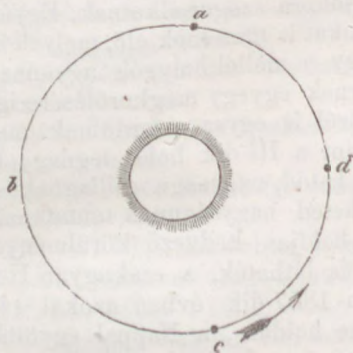
Az időpont: 1800-dik évben, január 1-jén, déli 12 órakor,
 a párisi közdivati óra szerint, Jupiter hosszúsága vala:
 $81^0, 54', 48^{6}/_{10}''$; 1861. évben május 24-kén Jupiter
 hosszúsága a Napban 150 foknyinak mutatkozott.

103. Jupiter holdjai. — Jupiter holdjait földözé föl
 Galilei Páduában az 1610-dik év január hónapjának első
 felében, s e földözés a földalatti távcsők első gyümöl-
 csei közé sorolandó. Jupiter bír 4 mellékbolygóval, me-
 lyek körüli, mint Földünk körül a hold, nyugatról ke-
 letre keringenek, s pályáik alakjai a körtől csak kevés-
 ben elütők. A Jupiterhez legközelebb álló hold I-sőnek,
 a messzebb eső II-diknak, az ennél is távolabb III-dik-
 nak, s a legtávolabb IV-diknek neveztetik. E holdak ki-
 terjedéseinek meghatározása elég nagy nehézségekkel
 jár, s e téren legtöbb hiteltadhatunk Struve közleményei-
 nek; ezek nyomán az I. holdnak átmérője, Jupiterből
 észlelve, mintegy fél akkorának látszik, mint a mi hol-

dunk a Földről; a II-diké és III-diké csak mintegy fél akkorának, s a IV-diké majdnem négyszer kisebbnek; az I-sőnek tömötsége kisebb, a többi háromé nagyobb Jupiter tömötségénél: s épen azért Arago és egyéb nagytekintélyű férfiak ama véleményben vannak, hogy e három tömöttebb hold nem annyira elválás útján, Jupiter tömegéből, hanem inkább oly üstökösökből keletkezett, melyek jártukban Jupiter szomszédságába tévedvén, emennek nehézségi vonzereje által letartóztattak, és mellékbolygókká alakultak; mely nézetnek némileg kedvezni látszik ama körülmény is, hogy e három hold pályái Jupiter pályájával jókora szögöt alkotnak. Egyébiránt Jupiter holdjai foltokat is tüntetnek elő, melyek kezeskedni látszanak, hogy a mellékbolygók ugyanazon idő alatt, melyet Jupiternek egyegy megkerülésére igényelnek, tengelyeik körül is egyszer fordulnak meg. Galle és Humboldt szerint a III-dik hold, legnagyobb fényében, mintegy ötöd, hatod, nagyságu csillagnak —, a többi három hatod, heted nagyságúnak mutatkozik, e szerint tehát Jupiter holdjai, kedvező körülmények között, távcsők nélkül is láthatók, s csakugyan Heis Ede augusztus 20-dikán 1857-dik évben azokat szabad szemmel látta. Eme holdak, a Nappal együttállásba vergődvén, Jupiterre árnyékot vetnek, mely távcsöink segélyével tisztán látható s Jupiterben a napfogyatkozást idézi elő; de meg e holdak, szembenállásban a Nappal, Jupiter árnyékába merülvén, a holdfogyatkozás tünetényeit láttatják. E helyen még megemlítendő, hogy Jupiter holdfogyatkozásainak segélyével a fény sebessége, vagyis egy időmásodperc alatti útja meghatározható. Legyen *i* (101. ábrában) Jupiter, *h* az I. hold, *fgh* emennek pályája, *ie* Jupiter árnyéka; ha már az árnyékba merülő *h* holdtól a végsugarak *a*-ig érkeztek, akkor az itt észlelőre a hold csakhamar láthatatlanná válik; de eme végsugarak *c*-be csak későbbben jutván el, a *h* holdat e helyen tovább láttatják. Leghamarabb

látja tehát az észlelő a holdat elmerülni a -ból, későbbben b vagy d -ből, s még későbbben c -ből. Ezek szerint, a míg a Föld $abcd$

101. Ábra.



pályáján c -ből d és a felé haladván, Jupiterhez közeledik, emennek holdja h , az ie árnyékba kelleténél mindinkább korábban merül: az ellenkező tűnemény áll elő, ha a Föld, a -tól b és c felé haladván, Jupitertől mindinkább messzebbre távozik. A dániai Römer vala az első, ki 1675-dik évben a fény sebességét ilyen uton kiszámítá. Egyébiránt a fény sebességéről már az 54. szám alatt volt szó, s e helyen még csak azt említjük, hogy

korunkban Delambre

azon időt, mely alatt a napfény a földpályának fél nagytengelyét futja át, 8 időpercre és 13 másodperc-határozta, de Arago azt 8 perc- és 16 másodperc-re becsüli; ezek szerint mi a kelő Napot ugyanannyi idővel későbbben pillantjuk meg, de meg a lenyugodottat ugyanannyival továbbig látjuk.

Jupiter holdjai	A csillagzati keringés tartama				Közép távolaik Jupiterközpontjától földrajzi mérföldekben	Valódi átmérőjük fr. mérföldekben
	nap	óra	perc	m. perc		
I.	1	18	27	$33\frac{506}{1000}$	58352	529
II.	3	13	14	$36\frac{393}{1000}$	92855	475
III.	7	3	42	$33\frac{362}{1000}$	148104	776
IV.	16	16	31	$49\frac{702}{1000}$	240486	664

Jupiter holdjai	Jupiter tömegének hányad részével érnek föl tömegeik?	Tömöttségek hány-szor akkora, mint Jupiter tömötsége?	Az estér felületükön, párisi lábakban.
I.	$\frac{173281}{100000000000}$	$8\frac{1}{100}$ -SZOR	$93\frac{1}{100}$
II.	$\frac{232355}{100000000000}$	$1\frac{56}{100}$ -SZOR	$1\frac{55}{100}$
III.	$\frac{884972}{100000000000}$	$1\frac{36}{100}$ -SZOR	$2\frac{21}{100}$
IV.	$\frac{426591}{100000000000}$	$1\frac{5}{100}$ -SZOR	$1\frac{46}{100}$

Az itt elősorolt, Jupiter holdjaira vonatkozó adatokról megjegyzendő, hogy azok teljes biztossággal a legkisebb részletig meg nem határozhatók.

104. *Szturnusz, ♄, és mellékolygói.* — Szturnusz azon bolygók között, melyeknek tömötsége ismeretes, legcsekélyebb tömötséggel bír; a lepárolt víz sűrűsége majdnem 1 és $\frac{3}{10}$ -szer akkora, mint Szturnusz közép tömötsége. Szturnuszban, mely az égen első nagyságu csillag gyanánt tündöklök, sujtányok vannak, melyek szélesebbek ugyan Jupiterénél, de jóval nehezebben láthatók, s a sarkoknál soha sem fordulnak elő; legállandóbb közöttük az egyenlítői sujtány, a többiek mulékonyak és változékonyak, a miből azt következtethetjük, hogy keletkezésök helye a légkörnyben kere-

turnusz és belső gyűrű közötti téré *ac* 4992 földrajzi mérföldre terjed; a gyűrűk vastagsága az 50 mérföldet túl nem haladja; egyébiránt, Struve állítása szerint, a belső gyűrű be felé szélesedvén, Szaturnusz fölületéhez mindinkább közeledik. Encke, a berlini csillagda igazgatója, ápril 25-dikén 1837-dik évben sötét körvonalt a külső gyűrűben is vőn észre, mely Encke-féle hézagnak mondatik; s de Vico Rómában május 19-dikén 1838-dik évben a belső gyűrűben két ily hézagot észlele, melyek, ha csakugyan mindannyi hézagok, akkor a külső gyűrű két gyűrűből, s a belső háromból van összealkotva. E gyűrűknek Szaturnusz megé eső része nem látható, s az előtte álló reá árnyéket vet: a miből önkint következik, hogy Szaturnusz is a gyűrűk is, s csak a Naptól nyert fény segélyével világítanak és átlátszatlanok. A gyűrűk síkjai Szaturnusznak Nap körüli pályájával jelenleg mintegy 28 foknyi szögöt alkotnak, és súlypontjuk nem esik össze Szaturnusz központjával. Egyébiránt e gyűrűkön hegyszerű emelkedések is vehetők észre, melyek azt mutatják, hogy e gyűrűk forgó mozgással is bírnak, és hogy egyegy megfordulásuk tartama épen nem különbözik azon időtől, mely alatt Szaturnusz a tengely körül fordul meg. — November 11-dikén 1850-dik évben Bond Amerikában, és december 3-dikán ugyanazon évben Dawes Angolországban, Szaturnusz harmadik gyűrűjét vevék észre; mely, a belső gyűrű és Szaturnusz közti *III* térben terülvén el, hamuszínű- és gyöngye fényűnek látszik, és *sötét gyűrűnek* neveztetik; a míg az előbb említett külső és belső *világosaknak* mondatnak. Struve e sötét gyűrű szélességét majdnem fél akkora tartja, mint a mily szélesnek az *III* hézag mutatkozik; s állítása szerint e gyűrűnek nyomait 1715 dik évben már Cassini, s kevéssel utóbb Hadley is látta. E sötét vagy legbelsebb gyűrűre vonatkozólag nagyon nevezetesnek véljük ama fölfödözést, mely szerint Dawes és Lassell Szaturnusz fölületét eme gyűrűn át is látták, s ez világos tanu-

jele annak, hogy e gyűrű az átlátszatlan testek közé nem sorolható; a mi egyébiránt abból is tűnik ki, hogy e gyűrűnek Szaturnuszra vetett árnyéka jóval, de jóval világosabb a világos gyűrűk árnyékánál. Dawesnak ama sejtelve, mely szerint e sötét gyűrű anyagát folyékonynak tartja, a bebizonyítandó állítások közé tartozik. — Szaturnusz körül 8 hold is kering, melyeknek utolsója, különféle fényhatályossággal tűnván föl, ama törvény valószínűségéről kezeskedni látszik, mely szerint a holdak általában azon idő alatt, mely egyegy keringésre főbolygójuk körül szükségeltetik, tengelyeik körül is egyszer fordulnak meg.

Szaturnusz valódi átmérője: 15507 fr. mérföld;

Fölülete: $755\frac{49}{100}$ millió négyzetes mérföld;

Térfogata: $1\frac{9526}{10000}$ billió köb mf.

Tömöttsége: $\frac{138}{1000}$ -szer akkora, mint a Földé;

Tömege: a Nap 3500-szor annyi tömeggel bír, mint Szaturnusz;

Estér: $18\frac{8}{10}$ párisi láb, a 151 fontnyi földi test Szaturnuszban 188 fontot nyomna;

Lapulata: $\frac{1}{10}$;

A tengely körüli megfordulás ideje: 10 óra, 29 perc, 17 másodperc;

A csillagzati keringés ideje: $10759\frac{21981}{100000}$ nap;

A fordulati " " $10746\frac{93761}{100000}$ nap;

A fényváltozati " " 1 év, 12 nap, 20 óra;

Az egy nap i közép nagysága: $120\frac{59250}{100000}$ ívmásodperc;

Legnagyobb távolság a Naptól: $208\frac{23}{100}$ millió fr. mf.

Legkisebb " " " $186\frac{18}{100}$ " " "

Közép " " " $197\frac{25}{100}$ " " "

Közép távolság a Naptól 9 és $538850\frac{50}{1000000}$ -szor akkora, mint a Földnek ebbeli távolsága;

Legnagyobb távolság a Földtől: 229 millió fr. mf.

Legkisebb " " " 165 " " "

- A Nap körüli pálya középkülisége: $\frac{5615050}{1000000000}$;
 " " " " hajlása: $2^0, 29', 35''/10''$;
 A napközeli hosszúsága: $89^0, 8', 20''$;
 A főtárló csomó hosszúsága: $111^0, 56', 7''$;
 A középküliség évenként kisebbedik: önnagyságának $\frac{30990}{10000000000}$ részével;
 A pályahajlás évenként kisebbedik: $\frac{15}{100}$ részével egy ívmásodperccel;
 A napközeli hosszúsága évenként nagyobbodik: $19^3/100$ ívmásodperccel;
 A főtárló csomó hosszúsága évenként kisebbedik: $19^{54}/100$ ívmásodperccel;
 Az időpont: 1800-dik évben, január 1-jén, déli 12 órakor, a párisi közdivati óra szerint, Szaturnusz hosszúsága vala: $123^0, 6', 29''/10''$; 1861-dik évben június 14 dikén Szaturnusz hosszúsága a Napban 160 foknyinak mutatkozott.

Szaturnus hold- jainak nevei	A fölfödözök nevei	A fölfödözés	
		napja	éve
1. Mimasz	Herschel Vilm.	szept. 17.	1789
2. Enceladusz	Herschel Vilm.	aug. 28.	1789
3. Thetisz	Cassini	marcius.	1684
4. Dione	Cassini	marc.	1684
5. Rhea	Cassini	dec. 23.	1672
6. Titan	Huygens	marc. 25.	1655
7. Hyperion	Bond és Lassell	szept.	1848
8. Japetusz	Cassini	oktob.	1671

Szaturnusz hold- jainak nevei	A csillagzati ke- ringés tartama				Közép távolaik Szaturnusz köz- pontjától földraj- zi mérföldekben
	nap	óra	perc	m. perc	
1. Mimasz	—	22	37	$29\frac{9}{10}$	26063
2. Enceladusz	1	8	53	$6\frac{7}{10}$	33509
3. Thetisz	1	21	18	$25\frac{7}{10}$	41370
4. Dione	2	17	41	$8\frac{9}{10}$	52953
5. Rhea	4	12	25	$10\frac{8}{10}$	74052
6. Titan	15	22	41	$25\frac{2}{10}$	171685
7. Hyperion	22	12	—	—	206850
8. Japetusz	79	7	53	$40\frac{4}{10}$	499129.

105. *Uranusz*, ♂, és holdjai. — Uranusz az újabb korban felfedezett bolygók sorának élén áll; a XVII. és XVIII. századbéli csillagrajstromokban áll csillag gyanánt több ízben jelöltetett föl; sőt Bouward azt oly papírdarabon is följelölve találá, melybe egyik illatszer-árú a nála vett hajport takarta: de, hogy ezen égi test, mely különben hatodnagyságúnak mutatkozván, szabad szemmel is gyakran látható, nem állócsillag, azt Herschel Vilmos felfedezé föl; ki azt marcius 13-kán 1781-dik évben az Ikrék csillagképében megpillantván, átmérőjét jelentékenynek találta, s a következő napon haladó mozgásáról is meggyőződött. Uranusz tömörsége nem sokban üt el Jupiterétől, lapulata s a tengely körüli megfordulás-ideje nincsen meghatározva. — Egyébiránt Uranusz 8 holddal bír, melyek körüle, a naprendszer egyéb bolygóitól elütőleg keletről nyugat felé keringenek; a miből az tűnik ki, hogy ezeknek keletkezése az 57. szám alatt érintett Laplace-féle nézet szerint nem magyarázható: de, hogy üstökösökből vagy más úton keletkeztek-e ezek, arra nézve csak némileg valószínű vélemény sem adható. E holdak negyediké és hatodika legnagyobb fényhatálylyal mutatkoznak, s e kettőnek keringés-ideje nagy szabatossággal van meghatározva.

Uranusz valódi átmérője: 7466 fr. mérföld;

Fölülete: $175^{15}/_{100}$ millió négyzetes mf.

Térfogata: 218000 millió köb mf.

Tömöttsége: $\frac{24}{100}$ -szor akkora, mint a Földé;

Tömege: A Nap 17819.-szer annyi tömeggel bír, mint Uranusz;

E. t. ér: $15\frac{9}{10}$ párisi láb, a 151 fontnyi földi test Uranuszban 159 fontot nyomna;

A csillagzati keringés ideje: $30686^{82055}/_{100000}$ nap;

A. fordulati " " : 30586⁹⁰⁸³⁹/100000 nap;

A fényváltozati " " : 1 év, 4 nap, 10 óra;

Az egy nap i v közép nagysága : $42^{37} 107 / 100000$ ívmásodperc;

Legnagyobb távolság a Naptól: $415^{23}/_{100}$ millió fr. mf.

Legkisebb	"	"	"	378 ²¹ / ₁₀₀	millió	"	"
-----------	---	---	---	------------------------------------	--------	---	---

Közép	"	"	"	396 ⁷² /100	"	"	"
-------	---	---	---	------------------------	---	---	---

Közép távolság a Naptól 19 és $\frac{18239}{100000}$ -szer akkora mint a Földnek ebbeli távolsága;

I legnagyobb távolság a Földtől: 436 millió fr. mf.

Legkisebb	"	"	"	357	"	"	"
-----------	---	---	---	-----	---	---	---

A Nap körüli pálya középkeletisége $4661080''/1000000000''$;

" " " " hajlása: $0^0, 46', 28''$;

A napközeli hosszúsága: $167^{\circ}, 30', 24''$;

A fölszálló csomó hosszúsága: $72^0, 59', 21''$;

²⁵⁶⁰ A Középküliség évenként kisebbedik: önnagyságának $\frac{1}{10000000000}$ részével;

A pályahajlása évenként nagyobbodik $\frac{3}{100}$ részével egy ivmásodpercenek.

A napközeli hosszúsága évenként nagyobbodik: $2^{28}/_{100}$ ívmásodperccel;

A felszálló csomó hosszúsága évenként kisebbedik: $36^5/100$ ívmásodperccel;

Az időpont: 1800-dik évben, január 1-jén déli 12 óra
kor, a párisi közdivati óra szerint, Uranusz hosszu-
sága vala: $173^{\circ}, 30', 37^{\frac{6}{10}}''$; 1861. évben augusztus
11-kén Uranusz hosszúsága a Napban 73 foknyinak
mutatkozott.

Uranusz holdjai	A fölfödözők nevei	A fölfödözés	
		napja	éve
1. Ariel	Lassell	oktob.	1851
2. Umbriel	Lassell	oktob.	1851
3.	Herschel Vilm.	jan. 18.	1790
4.	Herschel V.	jan. 11.	1787
5.	Herschel V.	marc. 26.	1794
6.	Herschel V.	jan. 11.	1787
7.	Herschel V.	febr. 9.	1790
8.	Herschel V.	febr. 28.	1794

Uranus holdjai	A csillagzati ke- ringés tartama				Közép távolaik Uranusz köz- pontjától földraj- zi mérföldekben
	nap	óra	perc	m. perc	
1. Ariel	2	12	16	48	—
2. Umbriel	4	3	28	6	—
3.	4	—	—	—	—
4.	8	16	56	$31\frac{3}{10}$	63502
5.	10	23	—	—	73845
6.	13	11	7	$12\frac{6}{10}$	85222
7.	38	2	—	—	169823
8.	107	12	—	—	339854

106. *Neptunusz, ♆, és holdja.* — Neptunusz, a jelenleg ismert bolygók legtávolabbja, nyolcad nagyságu csillagnak mutatkozik, s fölfödözése, mely az 1846-dik évből ered, egyike azon eseményeknek, melyek a csillagászat terén a legnevezetesebbek közé sorolandók. A csillagászok, kik Uranuszt már hetedfél évtized óta nagy szorgalmasan észlelgeték, eme bolygónak a Nap körüli keringését olyannyira szabálytalannak tapasztalák, hogy a nagyhirű Bessel is némi ideig azon töpren-

kedett, valjon nem igényel-e némi módosítást ama törvény, melyet Newton az általános nehézségre vonatkozólag alapított meg. Azonban Le Verrier, kinek nagy neve már a 86. szám alatt tisztelettel említve volt, Arago biztatására, az Uranuszra vonatkozó adatokat számolás alá vevén azon eredményre jutott, hogy a Bak csillagképének Delta (δ) csillaga mellett valamely bolygónak kell léteznie, mely Uranuszra háborítólag hatván, a mozgásánál mutatkozó szabálytalanságot idézi elő; a számolás ezen eredményét Le Verrier augusztus 31-dikén 1846-dik évben a tudós világgal közlé; s íme ugyanazon évben szeptember 25-dikén Galle, a berlini csillagász, Le Verriernek jelenté, hogy ő a föltételezett bolygót csakugyan megtalálá, és pedig csak mintegy egy foknyi távolságban azon ponttól, melyet számára Le Verrier az elmélet útján tűzött ki. Le Verriernek eme fölfödözése, Arago szerint, a csillagászati elméletek legszebb diadala; s Encke szerint, az általános nehézség törvényének leghatalmasb bizonyítéka. Hogy Galle és csak is Galle, e bolygót az égen oly hamar megtalálá, azt egyedül a Bremiker-féle csillagabrosznak köszönheté, melyben azon égtájnak tized nagyságu csillagai is nagy pontosan följelölve valának; ennek segélyével csakhamar akadt ő egy csillagra, melynek a Bremiker-féle csillagabroszban semmi nyoma nem vala, mely a kellő kutatás után bolygónak bizonyult be. Az ekkint fölfödözött bolygó a Naptól legtávolabbra eső Neptunusz vala. Egyébiránt Neptunuszt már ezen idő előtt is több csillagász, mint állócsillagot észlelé, s mint ilyen, a Hardíng-féle csillagabroszban is fordul elő. — Neptunusz fölületének egy-egy pontja a Naptól, a nagyobb távolság miatt, mintegy 900-szor kevesebb fény- és hősugárt nyer, mintsem a földfölület egy-egy pontja: ott tehát a kelő Nap akkora fényhatályosságban aligha mutatkozik, mint a minőben a Föld lakója a fejpontban veszteglő holdat látja; s a Nap hősugarai e bolygó fö-

lületét tetemesen meg nem melegíthetik. Augusztus hónapában 1847-dik évben Lassell Neptunusznak egy holdját földözé föl, melyet szeptemberben Struve is észlelt; ez mintegy 93 ezer földrajzi mérföldre esik Neptunusz központjától, s egy teljes keringést 5 nap, 20 óra, 50 perc és 45 másodperc alatt végez. Az 1850-dik évi Augusztus hónapában Lassell Neptunusznak második holdját is látni vélte, melynek léte azonban mindeddig be nem bizonyodott.

Neptunusz valódi átmérője: 7830 fr. mf.

Földülete: $192^{61}/_{100}$ millió négyzetes mf.

Térfogata: 251000 millió köb mf.

Tömöttsége: $1^{88}/_{1000}$ -szer akkora, mint a Földé;

Tömege: a Nap mintegy 20000-szer annyi tömeggel bír, mint Neptunusz;

Estér: 13 párisi láb, a 151 fontnyi földi test Neptunuszban 130 fontot nyomna;

A csillagzati keringés ideje: $60125^{21}/_{100}$ nap;

A fordulati " " $59744^{11}/_{100}$ nap;

A fényváltozati " " 1 év, 2 nap, 6 óra;

Az egynapi ív közép nagysága: $21^{69109}/_{100000}$ ívmásodperc;

Legnagyobb távolság a Naptól: $626^{61}/_{100}$ millió fr. mf.

Legkisebb " " " : $615^{80}/_{100}$ " " "

Közép " " " : $621^{205}/_{1000}$ " " "

Közép távolság a Naptól: 30 $3627/_{100000}$ -szer akkora, mint a Földnek ebbeli távolsága;

Legnagyobb távolság a Földtől: 648 millió fr. mf.

Legkisebb " " " 595 " " "

A Nap körüli pálya középkülisége: $8719^{40}/_{100000000}$;

" " " " hajlása; $1^{\circ}, 46', 59''$;

A napközeli hosszúsága: $47^{\circ}, 17', 8''$;

A főtávoli csomó hosszúsága: $130^{\circ}, 9', 22''$;

Az időpont: 1852-dik évben, december 31-kén, déli 12 órakor, a berlini közdivati óra szerint, Neptunusz hosszúsága vala: $341^{\circ}, 44', 50^{3}/_{10}''$.

H) Az állatövi fény.

107. *Az állatövi fény természete.* — A tavasz beálltával, a Nap leáldozása után, az égi boltozat nyugati részén sajátzerű kúp-idom mutatkozik, mely fénytü-neményeire nézve némileg a tejúthoz hasonlít, s mely-nek alapja azon helyre esik, hol a Nap lenyugodott, de csúcsa nálunk az alaptól, balra s a Föld déli féltekén jobbra terülni látszik; e kúp állatövi fénynek nevezte-tik, mivel tengelyének iránya az állatövével összeesni látszik. Az őszi beálltával az állatövi fény a keleti tájon s a Nap kelte előtt látható. Egyébiránt Heis Ede műnsz-teri tanár azt állítja, hogy az állatövi fény nemcsak a térítő körök közt, hanem az éjszakai szélesség 52-dik fokánál is, egész éven át látható; de hogy emitt némely időben fénye olyannyira gyöngye, miszerint annak meg-látására igen nagyon gyakorlott szem kívántatik. Az állatövi fény fölfödözöjének Cassini Domokos tartatik; de már 22 évvel előbb (1661-dik évben) Childrey, Lord Somerset Henrik udvari káplánja, ezt a csillagászok figyelmébe ajánlá; sőt a XVI-dik század végén Tycho is már észrevehé, s rendhagyó tavaszi estszürkületnek tartá. — Mairan szerint az állatövi fény nem egyéb, mint a Nap légkörnye, mely a Nap egyenlítőjénél, a sebes kanyarodás következtében lapos gyűrűvé alakul, és vagy maga világít, vagy a Naptól megvilágíttatik; anyaga a Föld légkörnyével gyakran vegyül össze s olyankor, Mairan állítása szerint, a Földön a sarkfény

tüneményeit idézi elő. Azonban Mairan nézetén lehetetlen megnyugodnunk, mert kifogás fölötti számolások útján bizonyult be, hogy a Nap légkörnye Merkur bolygóig sem, s az állatövi fény távolságáig még kevesebbé terjeszkedhetik. Sokkal valószínűbb tehát azon vélemény, melyet Laplace, Schubert, Arago, Poisson, Biot és Humboldt Sándor is pártol; s mely szerint az állatövi fény ködszerű és lapos gyűrű, mely a világtérben Vénusz és Marsz közé esvén, a Nap körül bolygószerűleg kering. Egyébiránt Humboldt Sándor lehetségesnek véli, hogy az állatövi fény az üstökösökből kiözlött s a világtérben elszórt részecskékből keletkezett.

I.) Lebvény-bolygók.

108. *Futócsillagok, tűzgömbök.* — A ki néha egy-két éji órát a csillagos ég észlelgetésének szentelni nem áttal, csakhamar tapasztalhatja, hogy az ég boltozatáról a csillagok olykor mintegy aláhullani látszanak; ezek *futócsillagoknak* neveztetnek, s látszólagos átmérőjük majd kisebb, majd nagyobb, sőt némelykor a hold látszólagos átmérőjével is vetekedik. Az ily nagyobb futócsillagok *tűzgömböknek* mondatnak, mivelhogy többnyire gömbszerű alakban mutatkoznak. Hogy ezek a futócsillagokkal csakugyan egy természetűek, kitűnik leginkább abból, hogy az észlelők a futócsillagokat nem egyszer tűzgömbökké válni látták. Heis Ede, műnszteri tanár — ki a futócsillagokat két évtized óta folytonos figyelemmel kísérvén, e téren igen nagy tekintélyre vergődött — azt beszéli, hogy ő Achenben, szeptember 26 dikán 1851-dik évben, késő este, fénylő pont gyanánt mutatkozó futócsillagot vön észre, mely azonban csakhamar oly nagygyá vált, hogy látszólagos átmérője a holdénak egy harmadával ért föl. Ugyan ilyet tapasztaltak mások is; s különösen az e szakban szinte nagy avatottságu Schmidt Gyula, előbb olmüci, s jelenleg athenei csillagász, a január 20 kán 1848-ban látott futócsillagról azt állítja, hogy az, fokozatosan növekedvén, elvégre legalább is akkorának látszott, a mily nagynak különben a hold szokott mutatkozni. A futócsillagok és tűzgömbök, egy szóval, *lebvénycéknek* (Me-

teorite) nevezhetők. Egyébiránt, a mint alább látni fogjuk, a lebvénycék, épen úgy, mint a bolygódok, a Nap körül keringő égi testek; s azért, Humboldt Sándor útmutatása szerint, *lebvény-bolygódoknak* is (Meteor-Asteroiden) neveztetnek.

109. *A lebvénybolygódok fénytűneményei.* — A lebvénycék színe legtöbbnyire fehér; a sárga, vörös, zöld és kék színűek jóval ritkébbak. Megtörténik azonban, hogy a lebvénycé azon színt, melyben eredetileg mutatkozott, másra változtatja. Heis, Wolf és Schmidt azt tapasztalák, hogy a lebvénycék kék színöket olykor zölddel, olykor vörössel cserélik föl; a vörösek színöket kékre, a zöldek vörösre, a fehérek vörösre vagy kékre változtatják; sőt Schmidt állítása szerint, egyik futócsillag egymás után három színben mutatkozott: tudniillik eleve zöld lévén, utóbb vörössé vált, s eltűnésekor két sárga tömeget hagyott hátra. — A lebvénycék fényhatályossága igen különböző, némelyek gyöngébben, mások erősebben világítanak: de fényök, általában véve, nem oly hatályos, hogy az, a nappali fény mellett is, észrevétethetnék; s azért a lebvény-bolygódok, mint az ég egyéb csillagai, leginkább csak éjjel szemlélhetők. Vannak azonban példák, hogy némely lebvénycék, nagy fényhatályossággal jelenvén meg, nappal is, vagy este a fölhökön át, látszottak; ezek sorába tartoznak azok, melyeket Heis, november 4-dikén 1845-ben, délutáni ötödfél órakor a Nap leáldozása előtt, és június 26-kán 1850-ben a fölhöken keresztül látott. Ehez hasonlót Fearnley, Hansteen és mások is tapasztaltak. Egyébiránt a lebvény-bolygódok, fényhatályosságukra nézve, úgy osztályoztatnak, mint az állócsillagok. Az első és másod nagyságuk nem oly gyakoriak, mint a 3. 4. és 5 öd nagyságuk; a hatodnagyságuk szabad szemmel csak tiszta időben és holdvilág nélküli éjeken láthatók; a többi osztályba tartozóknak látására jó távcsők szükségesek. Azonban igen való-

színü, hogy sötét lebvénybolygódok is léteznek, mert Heis Ede azt állítja, hogy ő marcius 4-kén 1854-ben, két sötét testet a futócsillagok sebességével, az égi boltozat hatályosb fényü csillagai alatt elvonulni látott. A lebvénycék, főleg a fényesebbek, első föllobbanásukkor gyöngébben világítanak, de fényök fokozatosan növekedik, s tetőpontját elérvén, szintoly módon fogyni indul. Gyakran észrevehető azon tünetény is, hogy némely lebvényce el-elsötétedik, s meg újra megvilágul; példakép legyen említve azon futócsillag, melyet Heis október 6-án 1850-ben egymás után hatszor föllobbanni és ugyanannyiszor elsötétedni látott. — A futócsillagok, s főleg a tűzgömbök, igen gyakran tüzes uszályt hurcolnak magukkal, mely tőlök elválván, eltűnésök után is néha hosszabb ideig látható. Heis, december 8-dikán 1847-ben, ily uszályt 50 másodpercig majd erősebb, majd gyöngébb fénynyel világítani látott. Az ifjabb Herschel által, november 14-dikén 1835-ben, látott uszály 20 elsőpercig világított; s Krusenstern tenger-nagy azt beszéli, hogy a világ körüli útjában, október 10-dikén 1803-ban, ily uszályt, a futócsillag eltűnése után, egy óra-folyásig világítani látott. Az uszályok alakja középett közönségesen szélesebb, s mindkét vége felé keskenyedik de néha az uszály több ily alaku részből áll, s némelykor alakját is, helyét is változtatja. Ezen uszályok, melyeknek hosszúsága olykor több mérföldre is terjed, Heis véleménye szerint, égve lebegő maradványai oly lebvénycéknek, melyek tűz által vagy egészen, vagy részben szétromboltattak.

110. *A lebvény-bolygódok sebessége, magassága, nagysága.* — A lebvény-bolygódok tüneténye igen rövid ideig tart. Azon idő, mely a lebvénycék legelső föllobbanása és végleges eltűnése közt foly le, igen ritkán hosszabb két vagy három időmásodpercnél. Heis azonban még is egy tűzgömböt (szeptember 26-dikán 1851-ben) tíz másodpercig folytonosan ugyanazon he-

lyen vesztegelni látott; s Göttingában július 27-kén 1854-ben, egyik futócsillag, mely helyét szinte nem változtatá, 35 másodpercig volt látható. E veszteglést Heis tanár akkép magyarázza, hogy az ily lebvénycé pályája azon egyenes vonalba esik, mely az észlelő szemétől a lebvénycéhez nyulik; az egyenes vonal, tudni illik, ily körülmények közt csak egyes pont gyanánt mutatkozik. De a lebvény-bolygódok, azon rövid idő alatt is, melyben szemlélhetők, igen messze haladnak, vagyis sebességök fölötte nagy; mert az általuk, egy másodperc alatt, befutott földrajzi mérföldek száma közönségesen négy és nyolc közé esik; de vannak példák, hogy az nyolcnál, sőt egyik alkalommal huszonháromnál is nagyobb vala. Heis Ede tapasztalata szerint, a hatályosb fényű és jelentékeny uszályu lebvénycék többnyire lassabban, a kék- és zöldek legsebesebben szoktak haladni. — A lebvénycék távolsága a Föld fölületétől *magasságnak* mondatik. Brandes és Benzenberg elsőik valának, kik 1798-dik évben e magasságok szabatosb meghatározásával foglalkozni kezdettek. Ebbeli munkáját Brandes, mint breszlai tanár, 1823-ban nagyobb mérvben folytatván, az itt következő eredményt alapítá meg, mely szerint 100 lebvénycé közül

4 lebvénycé magassága	1—3 mérföldnyi vala,
15 " "	3—6 " "
22 " "	6—10 " "
48 " "	10—20 " "
11 " "	45—60 " "

Ez uttal Brandes észrevevé, hogy a csekély magasságu lebvénycék csekély fényhatályossággal is birnak, és hogy a fényesebbek rendszeren jóval távolabbra vannak a Földtől. Ugyanazt tapasztalá Heis Ede is, ki 1848-tól 1850-ig a lebvény-bolygódok magasságait Schmidt Gyulával, mintegy tíz mérföldnyi távolságban egymástól, (Heis Áchenben, Schmidt Bonnban vala) egyetértőleg határozván, úgy találta, hogy 26 lebvénycé közül

6 elsőnagyságúnak közép magassága	$18\frac{5}{10}$	mfnyi vala,
10 másodnagyságúnak „	„	$15\frac{3}{10}$ „ „
7 harmadnagyságúnak „	„	$9\frac{7}{10}$ „ „
3 negyednagyságúnak „	„	$7\frac{6}{10}$ „ „

A futócsillagok valódi nagyságának meghatározása nagy nehézségekkel jár; mert a hatályosb fényű tárgyaknál oly tűnemény áll elő, melynél fogva azok nagyobbaknak lenni látszanak, mint a mekkorák valódiilag; e tűnemény megsugárzásnak neveztetik. Azonban mégis Brandes 1823 dik évben egyik futócsillag átmérőjét 80-, s a másikat 120 lábra becsülte, mi bizonyára nem fog valószínűtlennek látszani, ha megfontoljuk, hogy a tűzgömbök valódi átmérői sokkal nagyobbaknak találtattak. Heis Ede, február 3-dikán 1856-ban, 2400 lábnyi átmérővel bíró tűzgömböt látott; s Baco-ditsch a november 21-dikén 1819-ben látott tűzgömbnek átmérőjét 2710 lábra terjedőnek találta; mely tömeg, ha Földünkre töretlenül esnék alá, jókora hegyet alkotna.

111. *A lebvény-bolygódok hangtűneményei.* — A lebvény-bolygódok igen gyakran saját szerű hangtűneménnyel járnak: tudniillik eltűnésök után erősebb vagy gyöngébb durranások hallhatók. Így Bonnban, január 9-dikén 1850-dik évben, egyik futócsillagnak erős égdörgés gyanánt hangzó moraja képes vala igen sok embert az éji álomból fölébreszteni. E hangtűneményt a lebvénycének szétpattanása szokta megelőzni, mely után azonban a durranás csak több időperc múlva válik hallhatóvá, s e körülmény nem egyszer használtatott föl a lebvényce magasságának meghatározására. Így például, a július 24-dikén 1790-dik évben Franciaország déli részeiben látott tűzgömb 8 mérföldnyi magasságban pattant szét, a mit azon időből következtetni lehetett, mely a szétpattanás látása s a hang megjeleneése közt folyt le.

112. *A lebvény-bolygódok megjelenés-ideje.* — Ki

több éven át a lebvény-bolygódok észlelésével foglalkozni nem áttal, könnyen meggyőződhetik arról, hogy némely estéken a lebvénycék igen gyéren mutatkoznak, olyannyira, miszerint gyakran több óra-folyásig egy sem válik láthatóvá; ilyesmit főleg februarban tapasztalhatunk. De vannak ellenben oly napok, melyekben a lebvénycék minden évben seregesen jelennek meg, ezek sorába tartozik november 12-dik napja. November 12-dikén 1799-ben Humboldt Sándor és Bonpland, a mexicói partokról, négy óra alatt, ezer meg ezer, éjszakeről dél felé tartó futócsillagot és apróbb tűzgömböt láttak, melyek hópihéek gyanánt sűrűn szállongván, más világrészekben is figyelmet, s az eszkimóknál félelmet is gerjesztettek. Ugyanazt, habár kisebb mérvben, tapasztalták mások is november 12. és 13-dikán 1818. 1822. 1823. 1831. és 1832-dik évben; a minek nyomán Olmstedt és Palmer 1833-ban gyanítani kezdék, hogy e tűnemény az említett napokon minden évben előfordul, s eme véleményök 1833-dik esztendő óta minden évben valónak mutatkozott. De november 12-kén 1833-dik évben, épen úgy, mint 1799-ben, fölötté sok futócsillag és tűzgömb volt látható; Arago az e napon három óra alatt látott lebvénycék összes számát legalább is 240 ezerre teszi; a miből Olbers azt következteti, hogy a lebvénycék az említett novemberi napokon, évenként nagy számmal jelennek meg, de, hogy főleg minden 34-dik évben roppant mennyiségben mutatkoznak. Ha ez áll, akkor az 1799. és 1833-dik évi tűnemény visszatérése 1867-dik évben ismét várható. — A novemberi szakon kívül igen elhírhedett az augusztusi is; tudniillik augusztus 8-kától 12-keig, s főleg 10-kén, vagyis szent Lőrinc napján, a futócsillagok és tűzgömbök nagy számmal szállonganak; e tűnemény Irlandban régóta ismeretes, s egyik régi egyházi naptárban „*szent Lőrinc tüzes könnyeinek*” neveztetik; ugyanerre vonatkozik azon őshagyomány is Thesszáliában, mely sze-

rint Ur színe változásának éjjelén megnyílik az ég, s a nyíláson át szövétnekek mutatkoznak. — Vannak azonban e kettőn kívül más szakok is, melyekben évenként sok lebvény-bolygód látható, ugymint: január legelső napjaiban; továbbá április 20., július 28., október 26. és december 10-dik napja körül.

113. *A lebvény-bolygódok pálya-irányai.* — Valamint a kör sugarai a központból, szintugy a rendes időben évenként megjelenő lebvény-bolygódok pályái is többnyire egy pontból indulnak ki; az ily lebvénycék *időszakiaknak* neveztetnek, s ezeket meg kell különböztetni a *szórványosaktól*, melyek sem megjelenésök idejére, sem pályáik irányára nézve semmi szabályt nem tüntetnek elő. Azon pont, melyből az időszaki lebvénycék kiindulni látszanak, *sugárzási pontnak* mondatik. E sugárzási pont Heis Ede szerint (ki 1839-dik év óta 1856-ig 8980 lebvénycét észlelvén, majdnem mind egyiknek pályáját híven jegyezgeté), az augusztusi szakban Pegazusnak Gamma (γ) csillaga mellé — s a novemberi szakban a Perszeuszban levő Algol csillag szomszédságába esik. Azonban Heis e két főponton kívül más mellékpontokat is von észre és pedig az augusztusi szakban: egyet az éjszaki sark mellett, egyet Sárkányban, egyet Cefeuszban; s a novemberi szakban: egyet Alfa (α) csillag mellett Kasziopéában, egyet Sárkány fejében, egyet a Gamma csillag mellett az Oroszlán fejében. Azonban, a lebvénycék eme kiindulása egy pontból csak látszólagos, mert pályáik tulajdonképen egyenközűek; de ezek igen hosszúak lévén, ugyanazt a tüneményt mutatják, melyet két egyenközű fasornál veszünk észre, ha az egyik szélén megállapodván, a fasorok hosszában végig tekintünk; olyankor tudniillik ezek, ha elég hosszúak, a távolban mintegy összefutni, vagyis inkább egy pontból kiindulni látszanak.

114. *A lebvény-bolygódok égi testek.* — Miután a lebvénycékre vonatkozó észleletek eredményeivel meg-

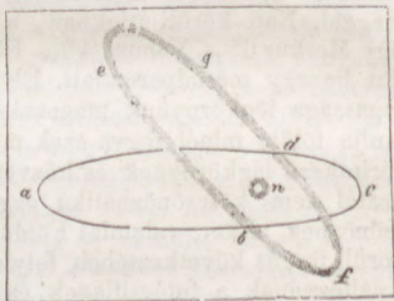
ismerkedtünk, rendén leend már most némely következtetéseket megalapítani, melyekből kitünjék, hogy a futócsillagok és tűzgömbök, mint az ég egyéb csillagai, a világtestek közé sorolandók. E véleményt az ó korban Plutarchusz és az apolloniai Diogenesz pártolá; de Arisztotelesz, Theofraszusz, Aratusz, Plinius, Szeneka és mások a lebvénycéket Földünk légkörnyében keletkező testeknek tartották; s így vélekedtek általában minden kornak tudósai, kik többnyire azon hiedelemben valának, hogy gyulékony anyagok, vagy gőzölgés útján, vagy a szél és madarak által fölkapatva, vagy tűzhányó hegyeink által fölhajtva, vagy egyéb módokon Földünk légkörnyébe kerülnek, hol utóbb meggyulván, a lebvénycék tűneményeit idézik elő. E nézet megcáfolására, korunk természetbuvárainak egyéb fontos észrevételeit mellőzván, elegendőnek véljük megemlíteni azt, hogy a lebvénycék oly magasságokban is mutatkoznak, a meddig légkörnyünk véghatára nem terjedhet, s a melyben vulkánaink hányadéka a lebvénycék roppant sebességével nem haladhatnak. De, valamint a most említett, szintoly hihetetlen a jelen évszázad elején is még divatozott vélemény, mely szerint a futócsillagok és tűzgömbök a hold tűzokádó hegyeinek légkörnyünkbe hatoló hányadéka; erre vonatkozólag Lichtenberg azt mondja, hogy a hold udvariatlan szomszéd, mert kövekkel köszönget felénk. E véleményre csak azt az észrevételt tesszük, miszerint ha megengedjük is, a mit különben valótlannak tartunk, hogy a holdban tűzokádó hegyek jelenleg is léteznek, és hogy ezek hányadékaikat oly erővel elhajítani képesek, melynek következtében emezek jókora sebességgel légkörnyünkbe merülni kénytelenek: de az csakugyan hihetetlen, hogy korunk jeles távcsöivel észre ne vegyünk a holdban oly vulkáni kitöréseket, melyek alkalmával már csak a légkörnyünkig özönlő hányadékok száma is, százezerekre megy; főleg miután köztük

olyanok is találhatnának, melyek nagyságukra nézve akkora hegyekkel vetélkednek, a minők a holdban távcsöink segélyével már meglehetősen kivehetők. — Elvégre megemlítendő azon vélemény, melyet korunk tudósai, a lebvénycéket illetőleg, legvalószínűbbnek tartanak; e szerint a futócsillagok és tűzgömbök a világtestek közé sorolandók, melyek épen úgy, mint naprendszerünk egyéb bolygói, a Nap körül keringenek. Halley már az 1686-dik évben látott tűzgömböt az égi testek közé számítá, és Chladni 1794-ben a futócsillagokat is oda sorolá. E véleményhez szegődünk mi is, és pedig a következő okoknál fogva: mindenek előtt, az időszakai lebvénycék a világtér ugyanazon pontjára, épen úgy, mint más égi testek, a kitűzött időre kerülnek vissza. Továbbá a futócsillagok és tűzgömbök egy időmásodperc alatt 4—8, sőt több mérföldet is futnak be, mely sebességgel, Nap körüli útjukban, a bolygók is haladnak; így Merkúr $6\frac{6}{10}$, Venusz $4\frac{8}{10}$, Földünk $4\frac{1}{10}$ mérföldet fut be egy másodperc alatt. Elvégre a lebvénycék magassága légkörnyünk magasságát, még pedig jóval mulja fölül; minél fogva ezek mozgásukat a velök nem érintkező légkörnynek és közvetve a Földnek mozgásától nem kölcsönözhetik; vagy ha csakugyan kölcsönöznék, akkor, valamint Földünk helyzete a tengely körüli forgás következtében folytonosan változik, úgy változnának a futócsillagok és tűzgömbök pályairányai is; pedig tudjuk, hogy az időszakai lebvénycék pályái hat sőt több óra-folyásig is, folytonosan a világtér ugyanazon pontjából indulnak ki. E szerint tehát a lebvénycék mozgása a földi testek mozgásától nagyban ütven el, amazok ez utóbbiak sorába nem tartozhatnak; de mivel a hold- vagy egyéb csillagbeli testek közé sem sorolhatók: önkint következik, hogy a lebvénycék, mint naprendszerünk egyéb bolygói, világtesteknek tekintendők.

115. *A lebvény-bolygódok időszakiságának megfej-*

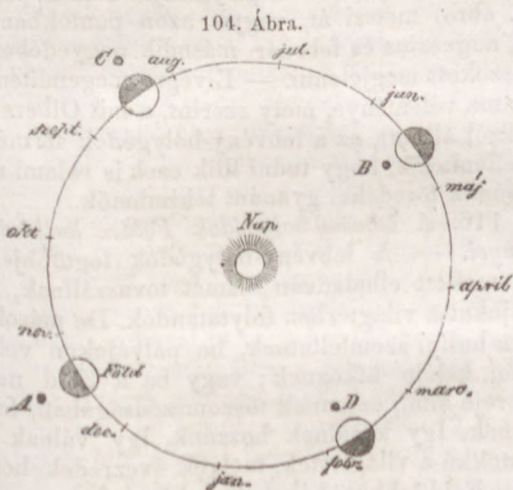
tése. Hogy az időszaki lebvény-bolygódok tüneménye minden évnek ugyanazon szakaiban mutatkozik, azt körülünk csillagászai akkint magyarázzák, hogy a futócsillagok és tűzgömbök serege a Nap körül nagy gyűrűt képez, melyben a lebvénycék egymás mellett többé vagy kevesbbé tömötten elhelyezvék, s melyből, a Nap körüli jártukban, ki nem térnek; de a szórványosak e gyűrűbe nem tartoznak, s más meg más síkba eső pályákkal birnak. Az említett gyűrű Földünk pályasíkját azon helyeken metszi át, a melyekre Földünk az időszaki lebvénycék megjelenésének idején évenként tér vissza; s a mint ezen alkalommal előtte a gyűrűnek többé vagy kevesebbé tömött része vonul el, a szerint több vagy kevesb időszaki lebvényce válik láthatóvá.

103. Ábra.



A 103. ábrában *n* a Napot, *abcd* a földpályát, *efg* az említett gyűrűt, *d* és *b* azon pontokat ábrázolja, a melyekben e gyűrű a földpályát metszi át; a Föld tehát, Nap körüli jártában, *d* pontba vergődván, a Nap körül szinte keringő, és *d* pont mellett elhaladó lebvénycék reánk nézve láthatókká válnak. De mivel egy gyűrű a földpálya síkját csak két pontban metszheti át, s a novemberi és augusztusi szakon kívül még mások is vannak: önkint következik, hogy a lebvénycék a Nap körül több ily gyűrűt képeznek; sőt, miután az augusztusi

novemberi szakban a lebvény-bolygódok négy sugárzási pontból indulnak ki, igen valószínű, hogy a földpálya síkjának azon helyeit, melyekben a Föld augusztus- és novemberben fordul meg, négy ilyen gyűrű, különböző szögök alatt, metszi keresztül. — Említést érdemel e helyen Ermann nézete, melyet ez 1839-ben Berlinben a tudós világgal közölt, s mely szerint a novembéri lebvényce-rohamot eszközlő gyűrű a földpálya síkját nemcsak *A* (104. ábra), hanem *B* pontban is metszi át, a hová a Föld a novembéri szak után, hat hónappal későbbben, tehát mintegy május 12-dikén érkezik. Ermann állítja azt is, hogy a Föld *A* pontnál a Nap és a gyűrű közé esik, s azért a lebvénycék csak éjjel láthatók; de



B pontnál ez meg van fordítva, s azért a lebvénycék, a Földnek Nap felé fordított részén, vagyis csak nappal láthatók. Ez utóbbi állítását Ermann azon alapítja, hogy május 12. 13. és 14-dike körül, vagyis Pongrác, Szer-vác és Bonifác — a köznépnek is igen elhírhedett —

napjain a hőmérsék tetemesen alábbszáll; e tüneményt Mädler Europa éjszakkéleti részén olvadásnak indult jégnek tulajdonítja; de Ermann meg onnan magyarázza, hogy e napokon a lebvény-bolygódok serege, a Föld és Nap között elvonulván, a napsugarakat tőlünk nagy mértékben zárja el. Hogy az említett májusi napokon sok lebvényce nappal látható, azt a nápolyi csillagász, de Gasparis bizonyítja, ki 1845-ben május 11-kén, reggeli tíz óra után, tíz időperc alatt 102 lebvénycét számlált. Hasonlót tapasztaltak mások is, de főleg Smidt Bonnban, ki 1851-ben május 16-dikán dél előtt tömérdek sok lebvény-bolygódot a távcső segítségével látott. A szent Lőrinc tüzes könnyeit előidéző gyűrű, Ermann szerint, Földünk pályasíkját *C* és *D* pontokban (104. ábra) metszi át, vagyis azon pontokban, hol a Föld, augusztus és február második negyedében, évenként szokott megjelenni. — Elvégre megemlítendő Heis Ede ama véleménye, mely szerint, a mit Olbers a bolygódokról állított, az a lebvény-bolygódok természetével sem ellenkezik, hogy tudni illik ezek is valami nagyobb bolygónak töredékei gyanánt tekinthetők.

116. *A lebvény-bolygódok Földre hullásának tüneményei.* — A lebvény-bolygódok legtöbbjei, Földünk mellett elhaladván, ismét tovaszállnak, kitűzött pályájukat a világtérben folytatandók. De mások meg a Földre hullni szemléltetnek, ha pályájukon vele találkozáván, beléje ütköznek; vagy ha a Föld nehézségi vonzereje által, emennek töszomszédságában, felénk tereltetnek. Így kerülnek hozzánk, így válnak kézzelfoghatókká a világtestek, melyek évezredek hosszú során át Földünkhöz hébekorba közeledvén, a világtér végtelenségében kalandoztak. A lebvényce-hullás tüneménye már az ókorban is ismeretes vala; a chinai évkönyvek, 644-dik évtől Krisztus előtt a 333-dik évig Krisztus után, 16 lebvényce-hullásról tesznek említést, de a görög és római írók ugyanazon idő alatt csak né-

gyet jelöltek föl; ez utóbbiak közt leginkább hírhedett el a Kecskefolyam (Aegos Potamos) melletti, hol 468-dik évben Krisztus előtt egyszerre igen sok kő, s köztök jó nagyok is estek alá! A Földre esett lebvénycék sorába tartozott hihetőleg a rómaiak szent paizsa is, mely Numa Pompilius idejében az égből alászállottnak állíttatott, s Marsz templomában, Róma hatalmának záloga gyanánt őriztetett. De ily események a középkorban is fordultak elő; a történelem lapjai tanúsítják, hogy a kalifák és mongol fejedelmek az égből aláhullott lebvénycék vasából kardokat készíttettek. Szeptember 4 dikén 1511-ben Crema mellett, Adda partjain, egyszerre 1200 kő esett a Földre s köztük egy 120 fontnyi vala; e kövek madarakat, juhokat, halakat, sőt embert is ütöttek agyon. Ámde, mindezek és más igen sok hiteles adat dacára, az uj kor tudósai a lebvénycé-hullás lehetőségét kétségbe vonták; e kétségeskedésnek vetett végett Biot, ki, a párisi akademia megbízásából, a hely színén vizsgálta ama tűneményt, melynek szemtanuja vala Aigle városa (Franciaországban) april 26-dikán 1803-dik évben; ugyanis e napon a teljesen tiszta égen nagy tűzgömb merülván föl Aigle felé tartott, hol sötét s majdnem mozdulatlan fölhöcske hirtelenül jelent meg, melyből három vagy négy ágyúszóhoz, majd meg rá, puskák ropogása- és dobok pörgéséhez hasonló moraj volt hallható; e moraj öt vagy hat időpercig tarthatott, minden egyes csattanásra a fölhöcskéből gőzök ereszkedtek, s elvégre mintegy 2000 ködarab hullott a Földre, a legkisebb fél latnyi, a legnagyobb 17 fontnyi — s mindegyik közvetlenül leesése után igen meleg, sőt némelyik izzó vala. E hulladékok némelykor oly magas hőmérsékűek, hogy házakat is meggyújtani képesek. Így például Franciaországban november 13-ikán éjjel 1835-ben Belmontban — és marcius 22-dikén délutáni három óraker 1846-ban Szent Pálban — a házfödeleket elhamvasztó tüzet az égből aláhullott tűzgöm-

bök okozták. — Az imént elősorolt események részletes leírása megismerteti velünk azon tűneményeket, melyek a lebvény-bolygódok Földre esésével kapcsolatban vannak: Ugyanis: 1) a lebvény-bolygódok a Földhöz közeledvén, világítani kezdenek; e világítás hihetőleg az égés következménye, s az ilyenkor mutató színek különfélesége kezeskedni látszik arról, hogy az égő anyagok, vegyi természetekre nézve, egymástól gyakran elütők. De mivel a lebvénycék már oly magasságokban is világítanak, a hová légkörnyünk emennek élenye nem terjedhet, önkint következik, hogy a lebvénycék mindazon anyagokat, melyek az égéshez szükségesek, már magukkal hordják. Azon kérdésre, hogy miként gyuladnak meg ezen anyagok a Föld légkörnyében, igen könnyű a felelet; miután tudjuk, hogy a lég, az ugynevezett légtűzszerben nagy sebesen összenyomatván, szikrát ad, melylyel a tapló meggyújtható; ilyesmit a légkörnyben sebesen iramodó lebvényce is eszközölhet. De, hogy mikép gyuladnak meg ezen anyagok légkörnyünk határán túl, arra nézve többféle a vélemény; s ezek között leghelyesebbnek véljük azt, mely szerint a világtérbeli közeg, vagyis a lebvény, a Föld szomszédságában, ennek nehézségi ereje miatt, olyannyira sűrű, hogy a benne nagy sebesen mozgó lebvénycék, vagy közvetlenül a dörzsölés, vagy közvetve, a dörzsölés szülte villanyosság útján oly mérvben melegesszenek meg, hogy égékeny anyagaik meg is gyuladhatnak. E helyen még megemlítendő, hogy az égő anyagok, a lebvény-bolygódtól elmaradván, a nem ritkán látható uszályt képezik. Egyébiránt tévednénk, ha hinnők, hogy minden égve világító lebvényce a Földre esik; sőt inkább a nagyobb rész, túlünk ismét tovaszállván, utját a Nap körül folytatja.

2) Az égés alkalmával emelkedő hőmérsék — s a durranással égő anyagok — hatásánál fogva, a lebvénycék darabokra pattanni kénytelenek; s ez utóbbiak

körül keletkezik a gyakran mutatkozó fölhöcske, melyből a köeső szokott megeredni. De gyakran történik, hogy a lebvény-bolygód szétválás nélkül vagy csak kevés darabra oszolva esik alá, s olyankor egy, két, vagy több lábnnyira is a földbe furakodik; így július 14-dikén 1847-ben, reggeli 4 óra felé, Csehországban, Braunau mellett, a lehullott lebvényce két darabban esett alá, az egyik 42 fontnyi vala, három lábnnyi mélységre a földbe furakodott, s hat óra múlva találtatván meg, oly meleg vala, hogy az utána nyulóknak kezeit megégeté; a másik, 30 és $1\frac{1}{2}$ fontnyi, egy gunyhó tetejét törvén át, az általa szétzuzott falnak romjai közt találtatott. Mint rendkívüli esemény megemlíthető, hogy a hradsinai (Zágráb mellett) lebvényce, mely 71 fontot nyom, május 26-dikán 1751-ben a laza földbe 18 lábnnyira furakodott. 3) A lebvényce szétpattanása, ha a légkörnyben megy végbe, a levegőt megrázkodtatván, az ezen alkalommal hallható morajt hozza létre.

117. *A lebvény-bolygódok alkatrészei és külső ismérvei.* — A lebvény-bolygódok, alkatrészeikre vonatkozólag, vas- és kölebvénycékre oszolnak. A *vaslebvénycék* tömege nagyobb részt vas és álanyny ötvényéből áll, a mi a vaslebvénycék főfő ismertető jele; de tartalmaznak még vas- és kénvegyületet is (hihetőleg vaskénecset); továbbá a vilanynak sajátyszerű összetételét a vassal és álanynnyal; s elvégre csekély mennyiségben kékenyt, cselenyt, kesrenyt, ónt, vörösrezet és szénenyt, mely utolsó vagy irlakép, vagy a vassal vegyileg egyesülve fordul elő. A *kölebvénycék* a mész, agyag, keserűföld, vasélecs, szikéleg stb. különféle vegyületeit a kovafölddel, ugymint: az olivínt, labradórt, ragyolát, szarufénnylét stb. stb. tartalmazzák. Azonban a kölebvénycékben többnyire lebvénycevas is fordul elő, s azért szokás a kölebvénycéket *fémesekre* és *fémtele-
nekre* osztani; a fémesek lebvénycevasat tartalmaznak, s mintegy átmenetül szolgálnak a vaslebvénycék s a

fémtelen kölevénycék között, mely utóbbiak lebvénycévasat nem tartalmaznak. Egyébiránt eddigelé a lebvénycékben a következő 18 vegyi elem fordult elő: éleny, kén, vilany, széneny, kovany, timany, kesreny, mészeny, hamany, szikeny, vas, álan, kékeny, festeny, cseleny, réz, ón, kemeny. E helyen el nem hallgathatjuk Wöhler, a nagyhirű göttingai tanárnak ama nevezetes fölfödözését, melyről Török József (az 1859. évi Uj Magyar Muzeumban 130. lapon) azt írja: hogy „Wöhler ujjal és biztosan meggyőződött arról, mikint a kaba-debreceni lebkő a szabad szénen kívül még egy széneny-tartalmu, könnyen megömlő anyagot tartalmaz, mely, úgy látszik, némely szerves eredetű, széneny és könenyből álló ásványokhoz, milyenek a földi viasz fajtái, Ozokerit, Schererit, stb. hasonlít, s szerinte kétségtelenül szerves eredetű. Ezen anyagra vonatkozólag oda nyilatkozik Wöhler, miszerint valószínű, hogy csak csekély maradványa ez azon nagyobb mennyiségnek, mely a lebkőben eredetileg létezett, s a tüztűnemény pillanatában szétdúlott, azon szén kiválása közben, mely jelenleg a tömegben szabadon, azaz vegyületlenül találtatik.“ Ezek szerint a kaba-debreceni lebvénycében valaha növények tenyészték, melyek azonban, szerves maradványaikkal együtt, a lebvénycé leestekor, a tudományos kutatásnak nem csekély kárára, a lángok martalékivá váltak. — A lebvénycék idoma hasonlít leginkább a csonka gúlához; így a 191 fontnyi s „elátkozott várgróf“ név alatt is meretes lebvénycé, mely a XIV. vagy XV-dik században Karlsbad mellett Csehországban hullott a Földre, csonka gúla alakú löfejet ábrázol. A lebvénycék fölületét sötétszínű és többnyire szurokfényű kéreg borítja, szerkezetök szemcsés; a lebvénycévas-tartalmuak, ha csi-szolt lapjuk választó vízbe tétetik, saját szerű vonalokat tüntetnek elő, melyek a fölfödözöjüktől elnevezett, *Widmannstüthen-féle idomokat* alkotják. Aránysúlyuk

$194/100$ és $428/100$ között váltakozik; általános súlyuk igen különféle; a nagyobb súlyiak közé tartoznak: a bahiai (Brasziliá-ban), mely 14,000-, az olumbiai (Peruban), mely 30,000-, s a Bougainville által Plata folyó mellett talált, mely 100,000 fontot nyom.

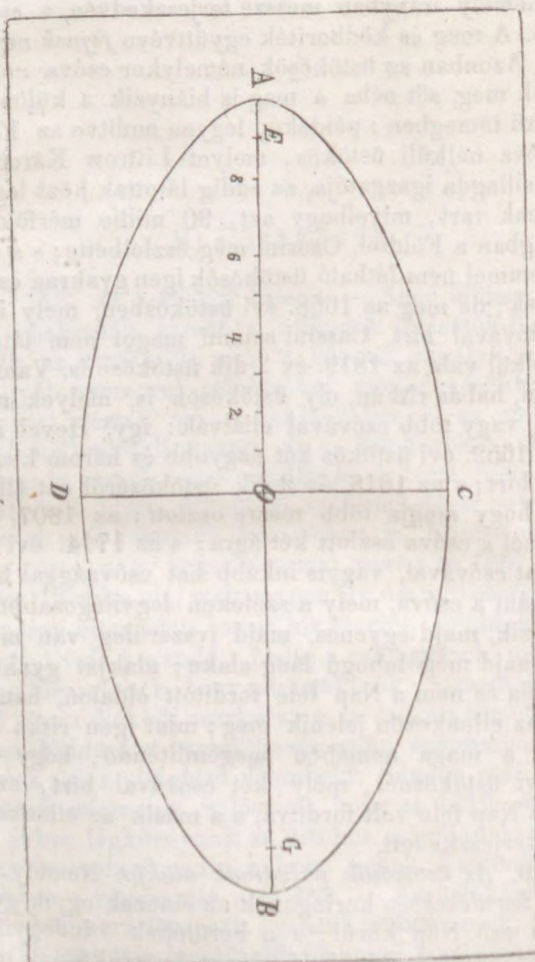
K) Üstökösök.

118. *Az üstökösök külseje.* — Azon időben, melyben a halandók sorsát a csillagok járásától függőnek hitték, az üstökösök, mint a háború, ragálykór, éhség és egyéb nyomorok előhírnökei, megjelenésökkel nagy rettegést idéztek elő; e bal hiedelemből az emberiség utóbb kiábrándult ugyan, de az üstökösöket, még későbbben is veszélyteljes vendégeknek tartá, melyek összeütközés utján Földünk szétrombolását eszközölni képesek; sőt legujabb korunkban is, Európának igen nagy része, nagy aggodalommal nézett az 1857-dik évi június 13-dika elé, mely napon ily összeütközés, az általánosan elterjedett hamis hír szerint, Földünkre végveszélyt vala hozandó: pedig a csillagászok már jóval előbb híresztelték, hogy az üstökösök, összefüggés nélküli részecskékből szerkesztve és csekély tömörségűek lévén, Földünket összeütközés utján szétrombolni képelenek; és a világhírű Humboldt Sándor már sok év előtt írta, miszerint „valószínű, hogy az 1819. és 1823-dik évben légkörnyünk az üstökös csóvájának páráival elegyítve vala;“ pedig, hála az égnek, Földünket ezen években a végveszély nem érte. — Az üstökösök többnyire ködszerű tömegek gyanánt mutatkoznak, melyeknek közepe tája legerősebb fénynyel bir és *magnak* neveztetik; e — nem mindig korong alaku — mag körül a fény minden irányban hirtelenül gyöngül, s az üstökösnek e tűneményt mutató része *ködborútéknak* mondatik,

mely némely irányban messze terjeszkedvén, a *csóvát* alkotja. A mag és ködboríték együttvéve *fejnek* neveztetnek. Azonban az üstökösök némelykor csóva nélkül jelennek meg, sőt néha a mag is hiányzik a különben ködszerű tömegben : példakép legyen említve az 1729. évi, csóva nélküli üstökös, melyet Littrow Károly, a bécsi csillagda igazgatója, az eddig látottak közt legnagyobbnak tart, mivelhogy azt, 90 millio mérföldnyi távolságban a Földtől, Cassini még észlelhette; s a szabad szemmel nem látható üstökösök igen gyakran csóva nélküliek; de meg az 1668. évi üstökösben, mely igen nagy csóvával birt, Cassini semmi magot nem látott; mag nélkül vala az 1819. év 2-dik üstököse is. Vannak ellenben, habár ritkán, oly üstökösök is, melyek több maggal, vagy több csóvával ellátvák: így, Hevel szerint, az 1652. évi üstökös két nagyobb és három kisebb maggal birt; s az 1618. év 2-dik üstököséről azt állítja Hevel, hogy magja több részre oszlott; az 1807. évi üstökösnél a csóva oszlott két ágra; s az 1744. évi üstökös hat csóvával, vagyis inkább hat csóvaággal birt. Egyébiránt a csóva, mely a széleken legvilágosabbnak mutatkozik, majd egyenes, majd ívszerűleg van meghajtvva, majd meg lobogó láng alaku; alakját gyakran változtatja és nem a Nap felé fordított oldalon, hanem inkább az ellenkezőn jelenik meg; mint igen ritka tünnemény a maga nemében megemlítendő, hogy az 1823. évi üstökösnél, mely két csóvával birt, ezek egyike a Nap felé volt fordítva, s a másik az ellenkező oldalon terjeszkedett.

119. Az üstökösök pályáinak alakja. Némely üstökösök *kerülékekben* keringenek az emezek egyik gyupontjába eső Nap körül; s e kerülékek mindegyike, nagy középküliséggel bírván, igen hosszukásnak mutatkozik. Más üstökösök más természetű ferde vonalokat futnak be: s különösen az üstökösök legnagyobb része, a csillagászok számolásai szerint, *hajtalékban*

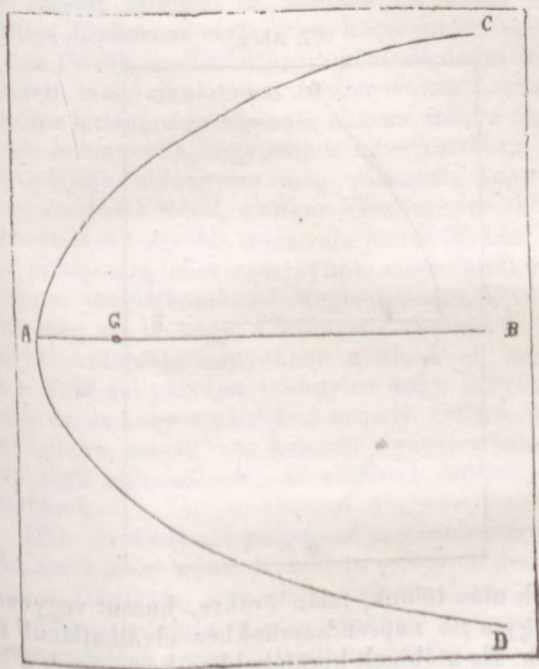
105. Ábra.



mozogni látszik; de meg például az 1853-dik év 4-dik
üstököse, d'Arrest állítása szerint, mentelékben haladott.

A 105-dik ábra oly kerületet tüntet elő, melynek középükülisége EO egyenlő az AO fél nagytengelynek $\frac{9}{10}$ részével, E és G a gyupontok, CD a kistengely; a 106. ábra a hajtalékot s a 107-dik a menteléket ábrázolja; a valódi hajtalék- és menteléknél a szárak AC és AD , az AB tengelytől mindinkább messzebb és messzebb hajolván el, soha egymással nem találkozhatnak; a mi-

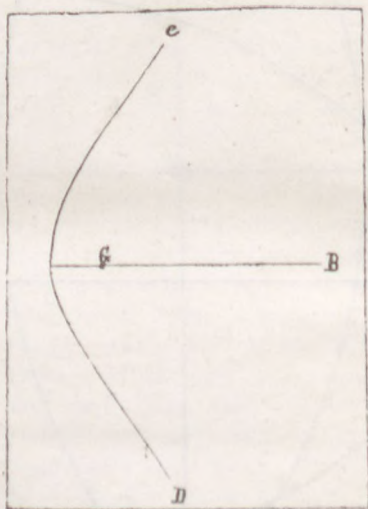
106. Ábra.



ből önkint következik, hogy azon üstökösök, melyeknek pályái valódi hajtalékot vagy menteléket képeznek, miután egyszer a Nap mellett elhaladtak, ehhez soha többé vissza nem térnek; hacsak a Nap vagy a boly-

gók vonzereje pályájukat kerülékké át nem alakítja, mely esetben az üstökös a mi naprendszerünkhez csatlakozik. Egyébiránt valószínűséggel állítható, hogy az üstökösök, általában véve, nem a mi naprendszerünk szülöttjei; hogy azok a világtér messze tájain az őssanyagból keletkezvén, a világtérbeli föllegek közé sorolandók, melyek az állócsillagok közti roppant hézagokat megnépesítik; s e világtérbeli vándorföllegek a messze távolból vetődnek hozzánk, hogy egyszeri meg-

107. Ábra.



jelenésök után tölünk, talán örökre, bucsut vegyenek, vagy hogy a mi naprendszerünkhez elválhatlanul szegődjenek. Ez utóbbiak kerülékekben keringenek a Nap körül, s az egyik hosszabb, a másik rövidebb időszak mulva tér rendesen vissza a napközbe, de csak úgy, ha haladásukban a bolygók vonzereje által meg nem háboríttatnak, mely tünemény egyébiránt az üstökő-

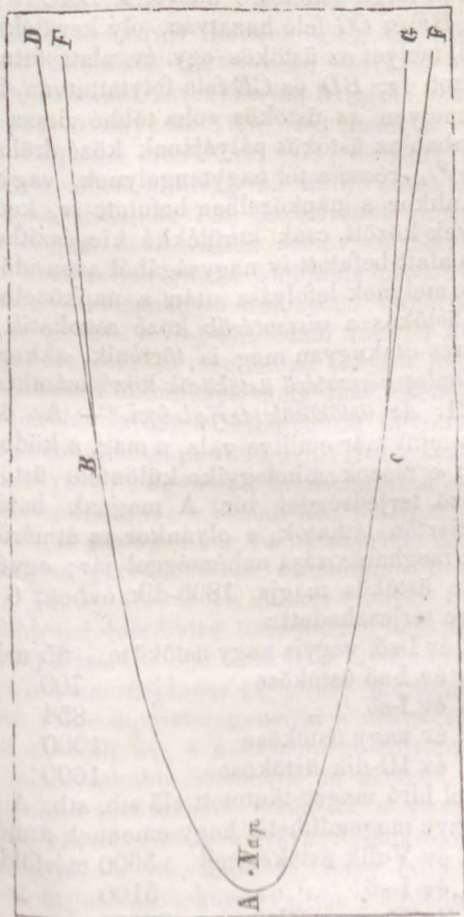
söknél gyakran fordul elő; erre vonatkozólag csak egy példát hozunk föl, melyet az 1770. év 1-ső üstököse nyújt. Ezen üstökös, mely különben Lexell-félének is neveztetik, június 28-kán 1770-dik évben csak 360 ezer mérföldnyi távolságban vala a Földtől, s Lexell Péter-várott pályáját kiszámolván, keringésidejét 5 évre és 7 hónapra határozta; Burckhardt, Clausen és Le Verrier pontosnak és helyesnek találták Lexell számolását, mely szerint azonban az üstökös augusztus 23-kán 1779-ben Jupiterhez olyannyira közel jutott, miszerint közte és IV-dik mellékbolygója közt elhaladni kénytelenítettett, mely alkalommal Jupiter vonzó hatása ezen üstökösre huszonnégyszer vala akkora, mint a Napé; s Laplace bebizonyítá, hogy ennek következtében az üstökös pályája olyannyira meg változott, hogy mostani távolsága a Földtől, a mikor ehez legközelebb esik, 170-szernél is nagyobb, mint vala június 28-kán 1770-ben, s ekkép alig lehet reményünk emez üstököst valaha ismét megláthatni. — Megemlítendőnek véljük e helyen még azt is, hogy a különféle üstökösök pályatengelyei különféle irányokban nyúlnak el, hogy pályáik a Föld évi pályáját többnyire nagy szögök alatt metszik át, és hogy e pályákon némely üstökösök nyugatról keletre, mások meg keletről nyugatra haladnak; az előbbieket *előmenőknek*, az utóbbiak *hátramenőknek* neveztetnek.

120. *Az üstökösök pályáinak meghatározás-módja.* — Az üstökösök, mivel jártukban a Naptól s nem különben a Földtől is, igen messze távoznak, sajátképen csak addig láthatók, a míg a napközeli szomszédságban vesztegelnek; azon ív tehát, melyen mi az üstököst ezen alkalommal a Nap mellett elhaladni látjuk, igen csekély része azon pályának, melyet az üstökös a világtérben fut be, s melynek meghatározását a csillagászok föladataik közé sorolják. Hogy eme meghatározás módjával némileg megismerkedjünk, vegyük föl példa-

kép az 1843-dik évi nagy üstököst, mely februar 27-dikén a Napközelben vala, (Nicolai számolása szerint mintegy 19 ezer mérföldnyi távolságban a Nap fölületétől.) Ezen üstökös Európában csak marcius hónapában kezdett mutatkozni, de Mexicóban Bowring által már februárban is észleltetett, mely hónapnak 28-dik napján akkora fényhatályossággal birt, hogy a Nap társzomszédságában szabad szemmel vala szemlélhető. A mint ez üstökös láthatóvá vált, a csillagászok annak helyét a világtérben folytonosan méregették és határozgatták; mert legalább is három pontot kell ismerni azok közül, melyeken az üstökös keresztül vonul, hogy az üstökös egész pályájának alakja, nagysága és fekvése a világtérben, számolás útján, meghatározathassék. Az ekkép meghatározott pályát a csillagászok az üstökösök lajstromában följelölt pályákkal hasonlítják össze, s ha vele megegyezőt nem találnak, akkor az egyszerűen a lajstromba iktattatik azon tünetmenyekkel együtt, melyek az üstökösön, a mig látható vala, tapasztaltattak. Azonban az előbb említett üstökösre nézve azt találták, hogy az mind pályájára, mind egyéb tünetmenyekre nézve, nagyban megegyez az 1668. évi üstökösrel; s mivel 1668-tól 1843-ig 175 esztendő folyt le, a csillagászok tovább kutatták, valjon van-e valami nyoma a lajstromokban, hogy minden 175-dik évben, visszafelé, valami üstökös megjelent volna; s íme, Pingré üstökösrajzából kitűnt, hogy 1493. 1317. 1143. 968. 442. és 263-dik-, következőleg majdnem minden 175-dik évben, csakugyan megjelent vala egy üstökös, s csak a 968. és 442-dik év között van két hézag, mely szerint a 793. és 618-dik években semmi üstökös nyomára nem akadunk; ezek szerint tehát az 1843. évi üstökös, ha semmi akadály által meg nem háboríttatik, minden 175-dik évben térne vissza. Azonban ugyanazon uton, melyről most szólottunk, kimutatható, hogy az 1843. évi üstökös minden 35-dik évben is térhet vissza, vagy

hogy soha többé vissza nem tér; egy szóval, ezen üstökös pályája nincs meghatározva. Ily eset igen gyakran

103. Ábra.



és főleg akkor fordul elő, ha az üstökös pályájának középkülisége igen nagy; mert olyankor azon csekély

ív, melyen mi az üstökös a napközel táján haladni látjuk, különféle alakban kiegészíthető: így például a kérdésben forgó üstökösre nézve, a *BAC* ív (108. ábrában), *BF* és *CG* felé huzatván, oly kerülékké kiegészíthető, melyet az üstökös egy év alatt futna be; de ugyanazon ív, *BD* és *CE* felé folytattatván, hajtalékot képez, melyen az üstökös soha többé vissza nem tér. Ha azonban az üstökös pályájának középkeresztje csak mintegy $\frac{9}{10}$ -része a fél nagytengelynek, vagy annál is kisebb, akkor a napközelben befutott ív, kedvező körülmények között, csak kerülékké kiegészíthető, s az egy nap alatt befutott ív nagyságából azon idő is kiszámolható, melynek lefolyása után a napközelbe visszatér. Ily üstökös a *visszatérők* közé soroltatik; s ha e visszatérés csakugyan meg is történik, akkor az üstökös a *tényleg visszatérő üstökösök* közé számíttatik.

121. Az üstökösök terjedése. — Az üstökösök részei, a mint már említve vala, a mag, a ködboríték és a csóva; e részek mindegyike különféle üstökösöknél különböző terjedéssel bír. A magnak határai nem mindig tisztán láthatók, s olyankor az átmérő hosszúságának meghatározása nehézséggel jár; egyébiránt a Biela-féle üstökös magja, 1805-dik évben, 6 földrajzi mérföldre terjeszkedett;

az 1811. év I-ső, vagyis nagy üstököse	85 mérföldnyi,		
az 1847. év I-ső üstököse	700	"	
az 1780. év I-ső	854	"	
az 1843. év nagy üstököse	1000	"	
az 1845. év III-dik üstököse	1600	"	
átmérővel bíró magot tüntetett elő stb. stb. A ködborítékra nézve megemlíthető, hogy emennek átmérője			
az 1847. év V-dik üstökösénél	3600 mérföldnyi vala,		
az 1847. év I-ső	5100	"	"
az 1846. év Brorsen-féle	26000	"	"
az 1770. év Lexell-féle	40800	"	"
az 1828. év Encke-féle	53000	"	"

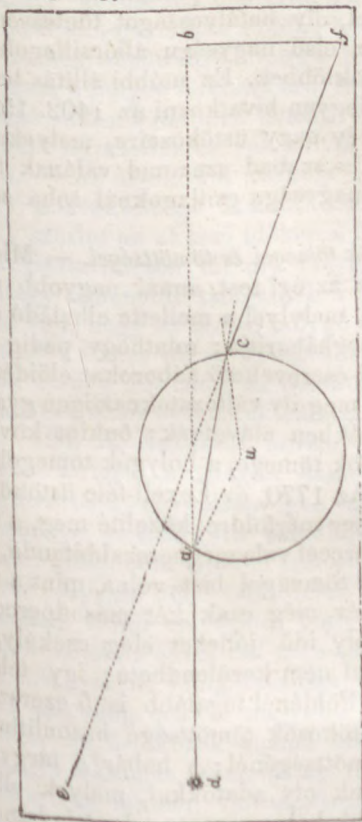
az 1780. év I-ső üstökösénél	53800	mérföldnyi	vala,
az 1835. év Halley-féle „	71400	„	„
az 1811. év I-ső „	225000	„	„

és így tovább. A csóvát illetőleg csak azt említjük, hogy némely üstökösök igen hosszú csóvával bírnak: az 1665. évi üstökös, Hevel szerint, 3 millió mérföldre terjedő csóvával bírt; az 1680. évi üstökös csóvája legalább is 10 millió mérföldnyi vala; az 1811. év I-ső üstökösénél a csóva mintegy 15 millió mérföldre terjeszkedett; az 1843. év I-ső üstökösének csóvája 30 millió mérföldnél is hosszabb vala. — Egyébiránt ugyanazon üstökösnek részei különféle időben különféle terjedéssel bírnak; s különösen minél inkább közeledik az üstökös a Naphoz, annál inkább kisebbedik a magja, de csóvája meg annál inkább nagyobbá válik; e sajátzerű tüneményt, mely már Szeneka idejében is ismeretes levén, a csillagászok figyelmét különféle alkalommal magára voná, a XVII-dik században Hevel is észrevehé; s ugyanazt tapasztalták a csillagászok a mi korunkban is; a Donati-féle üstökösénél, mely 1858-dik évben szepember és októberben mindnyájunk szemeit megörvendezteté, szeptember 9-dikén a fej átmérője 1119-, s a csóva hossza mintegy negyedfél millió földrajzi mérföldre terjedett; s íme, október 10-dikén a fej átmérője már csak 133 mérföldnyi vala, de a csóva hossza majdnem 11 millió mérföldnyinek mutatkozott. Ezen tapasztalat szerint a csóva az üstökös fejéből özönlik ki; s e kiözönlési folyam annál élénkebb, minél inkább közeledik az üstökös a Naphoz; de ellenben távozásakor kezdődik a visszaözönlés, melynek következtében a csóva folytonosan fogy, de meg a mag növekedik. Azonban, hogy mily természetűek ezen özönlések, s hogy valjon a delejes vagy egyéb erők által idéztetnek-e elő, arra nézve, a tudomány mostani állása mellett, még csak félig meddig kielégítő válasz sem adható.

122. *Az üstökösök fénytüneményei és halmazata.* — Hogy az üstökösök a máshonnan, például a Naptól érkező fényt visszaverik, arról Arago sarkulásmutatójával győződhetünk meg, melyről már a 24. szám alatt volt szó. Az üstökösök, e műszeren át észleltetvén, két képet tüntetnek elő, melyek pótszineken mutatkoznak; a miből önkint következik, hogy az üstökösök a hozzánk érkező fénysugarakat visszatükrözik. De szintoly kétségtelen, hogy az üstökösök a fénysugarakat át is bocsátják; már Demokritusz idejében, ki a közhit szerint az V. dik században élt Krisztus előtt, tudták volt, hogy az üstökösön át a csillagok láthatók; de Bessel és Struve, századunk elsőrendű csillagászhai, gyöngye fényű állócsillagokat az üstökösök magjain át is láttak; ebből kitűnik, hogy az üstökösök átlátszó égi testek, de, hogy valjon szintoly átlátszó-e mindenkoron a magnak mindegyik pontja, arra nézve, a kellő észleletek hiánya miatt, teljesen kielégítő válasz nem adható. — A csillagászok azon alkalommal, a mikor az üstökösökön át a csillagokat észlelgették, azt vették észre, hogy az üstökösök a csillagok fénysugarait töretlenül át bocsátják; és hogy másokat ne is említsünk, elég legyen hivatkozni Besselre, ki szeptember 29-dikén 1835. évben 10-ed nagyságú állócsillagot a Halley-féle üstökös magja megett akkint elhaladni látott, hogy annak fénysugarai az egyenes vonal irányából soha ki nem tértek: a miből önkint következik, hogy az üstökösök légnemű testek nem lehetnek; mert legyen d (109. ábrában) a csillag, u az üstökös tömege, bf az észleleti hely; akkor da sugár, ha az üstökös légnemű volna, a és c pontokban megtörvén, nem a dab egyenes vonalban, hanem inkább da , ac és cf vonalak mentében haladna, s mi a csillagot e -ben, az fce egyenes vonal irányában, látnók; ugyanaz történnék, ha az üstökös oly csepegőhig vagy szilárd test volna, melynek részecskéi egymással összefüggésben vannak. Ezek szerint tehát az üstökösök oly cse-

pegőhig vagy szilárd testek, melyeknek részecskéi nem

109. Ábra.



függnek össze egymással, s egymástól nagy hézagok által elkülönítvék; ily szilárd test a légkörünkben röpködő por, s ily csepegőhig testek minálunk a föllegek; az előbbi igen apró kődarabkákból, s az utóbbiak egymástól messzeeső

vizbuborékokból vannak alkotva. Egyébiránt ha megfontoljuk, hogy az üstökösöknek állítólagos buborékaiból, legalább is a Nap szomszédságában, párák keletkeznek, a fénytörés tüneteményét szinte látatandók: akkor nem látszik valószínűtlennek ama nézet, mely szerint az üstökösök *világtérbeli*

porföllegeknek tekintendők. Humboldt Sándor a messze tájákat bejáró üstökösöket *vándorfényföllegeknek* mondja, mely elnevezés annál helyesebb, minél valószínűbb, hogy e vándor föllegek nem csak a Naptól nyert fénysegélyével világítanak, hanem hogy fényfejlődési folyamatok ő bennök is fordulnak elő; mert Humboldt Sándornak is kevesebbé hihetőnek látszik, hogy az üstökösök-

nek oly igen laza és ritka tömegei, pusztán csak a visszavert fény segélyével, oly hatályosságot tüntessenek elő, melynél fogva az első nagyságu állócsillagoknál nem ritkán jóval tündöklőbbek. Ez utóbbi állítás bebizonyítása végett elég legyen hivatkozni az 1402. 1532. 1577. 1744. 1843-dik év nagy üstököseire, melyeknek magjai fényes nappal is szabad szemmel valának láthatók, a mit az első nagyságu csillagoknál soha sem tapasztalunk.

123. *Az üstökösök tömegei és tömötségei.* — Minél több tömeget tartalmaz az égi test, annál nagyobb nehézségi vonzerővel bir, melylyel a mellette elhaladó égi testeket pályáikban megháborítja; minthogy pedig az üstökösök a bolygóknál észrevehető háborokat előidézni képtelenek, de magok meg ily változatoknak igen gyakran és igen nagy mértékben alávetvék: önkint következik, hogy az üstökösök tömege, a bolygók tömegéhez képest, igen csekély. Az 1770. év Lexell-féle üstököse, mely Földünket 360 ezer mérföldre közelíté meg, a mi évünket két óra s 53 perccel vala meghosszabbítandó, ha az üstökös ugyanannyi tömeggel birt volna, mint a mi Földünk; azonban az év még csak két másodperccel sem lön hosszabb, mely idő, jóllehet elég csekély, a csillagászok figyelmét el nem kerülendhető; így tehát ezen üstökös tömege a Földénél legalább is 5 ezerszer csekélyebb vala. Az üstökösök tömötsége hasonlíthatlanul kisebb a Föld tömötségénél; s habár e tárgyra vonatkozólag nem birunk oly adatokkal, melyek ellenében semmi kifogásnak helye nincsen, de mindamellett mégis megemlítendőnek véljük azt, miszerint Forti, az üstökös tömege és Földünk légkörnye által elnyelt fénysugarak mennyiségeit egymással összehasonlítván, azt találá, hogy az 1825. évi Pons-féle üstökös 1124-szer ritkább, mintsem a Föld légkörnye a tenger színén. Ugyaneme tárgyat illetőleg igen bámulandó eredményre, de más uton, jutunk az előbb említett Lexell-

féle üstökösnel; mert miután tömege legalább is 5 ezerszer kevesebb, de térfogata még legalább is 13 ezerszer akkora, mint a Földé: önkint következik, hogy az üstökös tömötsége mintegy 15 ezerszer csekélyebb, mintsem a tenger fölületét érő levegőé. Ezek után kevesbbé valószínűtlennek látszik Herschel állítása, ki a roppant terjedelmű csóvák súlyát csak néhány latra becsüli. — Az üstökösök csekély tömötsége és pályáik nagy középülisége Kantot azon véleményre birták, mely szerint az akkori időben a Naptól legtávolabbnak vélt Szaturnuszon túl oly bolygók léteznek, melyek mintegy átmenetül szolgálnak a bolygók és üstökösök közt, úgy, hogy az utolsó bolygó üstökös gyanánt is tekinthető; s ezen túl az üstökösök hazája terjeszkedik. Azok után, a mit eddig az üstökösökről mondánk, nem szükséges Kant nézetének cáfolatába bocsátkozni.

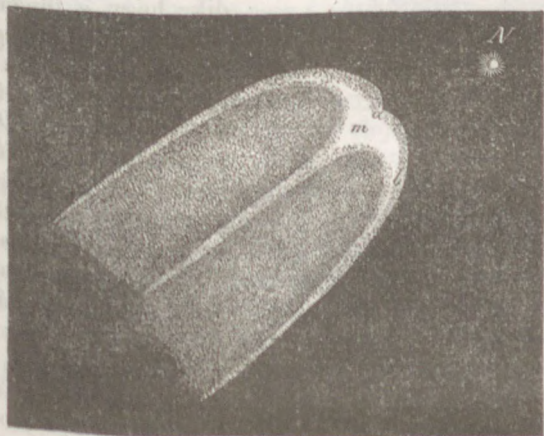
124. *Az üstökösök száma.* — A lehetetlenségek sorába tartozik a világtér összes üstököseinek számát meghatározni; egyébiránt igen érdekes Littrow Károly véleménye, ki e tárgyra vonatkozólag ekképen nyilatkozik: „Majdnem minden ismert üstökösnek napközele Marsz pályáján belül esik, tehát a Naphoz elég közel. Azonban vajmi valószínű, hogy a bolygórendszernek Marsz pályáján kívül eső tere szintugy részesül az üstökösök gyakori látogatásaiban, s mivel e tér Neptunusz pályájáig sokkal nagyobb a Marsz pályáján belülinél, az üstökösök száma szükségképen igen tetemes. Az alkalmas számolás azt tanúsítja, hogy ez utóbbiak száma minden valószínűséggel két milliónál nagyobbra becsülhető. De ez nem összes száma az üstökösöknek, mert nagyobb részök naprendszerünkön kívül létezik, s közölök csak egyesek szállnak alá hozzánk ama távolságból, és sejdítettik velünk e világtestek bámulatos sokaságát.“ Így vélekedik Littrow e tárgyat illetőleg. Egyébiránt, Hind hiteles adatai szerint, a Krisztus utáni tizenhatszáz év alatt, az év-

könyvek és üstökös-lajstromok lapjaiban 527 üstökös nyomára akadhatni; a XIX-dik században, 1860. évi június 16-dik napjáig, 105 új üstökös — s azonkívül az Encke-féle 13-szor, a Biela-féle 5-ször, a Halley-féle egyszer, a Faye-féle 3-szor, a Brorsen-féle 2-szer s a D'Arrest-féle is kétszer volt látható; a XIX-dik században tehát az üstökösök megjelenésének tüneménye 131-szer mutatkozott, de szabad szemmel csak 24 volt szemlélhető. Azonban az előbb említett évi június 16-kaig csak 224 üstökös pályái valának kiszámolva; s jöllehet több ezek közül visszatérőnek tartatik, (például az Olbers-féle, melyet 1815-ben Olbers fődözött föl, s mely, Bessel számolása szerint, 1889-dik év táján fogna visszatérni); de a *tényleg visszatérő* üstökösök száma mindeddig csak 6-ra emelkedett, azon hatra tudni illik, melyeket épen előbb név szerint soroltunk elő, s melyekről itt részletesebben szólni fogunk.

125. *Halley-féle üstökös.* — Nevét nyerte Halley-től, ki az 1682. évi üstökös pályáját igen megegyezőnek találá az 1531. és 1607. éviékével; a mi őt azon gondolatra birta, hogy az imitt említett években ugyanazon egy üstökös mutatkozott, s a mi addig hallatlan vala, újolagos megjelenését az 1758. év végére, vagy az 1759. év elejére határozta; s íme, az utóbb említett évben marcius 12-dikén meg is jelent az üstökös a napközelben, de e fontos esemény a 17 évvel előbb elhunyt Halleyt már életben nem találta. Azóta az üstökös, november 11-dikén 1835-ben, ismét megfordult a napközelben, s újolagos visszatérte 1911-dik évben várható. Csóvája 1456-ban 60 foknyi, de 1607-ben csekély vala, mivelhogy ezen alkalommal jóval előbb láthatlanná vált, mielőtt a napközelbe érkezett volna; 1682-ben csóvája 47 foknyi s 1835-ben ismét jelentéktelen volt; azonban ez évben fölötte nevezetes tünemény volt emez üstökösön észrevehető. Tudni illik az alig 30 mérföldnyi átmérővel bíró *m* magból (110. ábra), az *N* Nap

felé fordított oldalon, széthajlólag haladó fénysugarak özönlöttek, melyek a -nál ketté válván, b és c felé kanyarodtak, az üstökös ellenkező oldalán csóvát alkotandók. Bessel, Königsberg nagyhirű csillagásza, e tünényre vonatkozólag azt mondja, hogy „a Halley-féle üstökösnek magja és emennek özönletei oly égő röppentyűhöz hasonlítottak, melynek lánguszálya a szellő által elkanyarittatik.” Az imint említett tünény oda mutatni látszik, hogy ama sajátoszerű taszító erő, melynek hatásánál fogva az üstökös csóvájának részecskéi a fejből kiözönlenni kénytelenek, nemcsak a

110. Ábra.

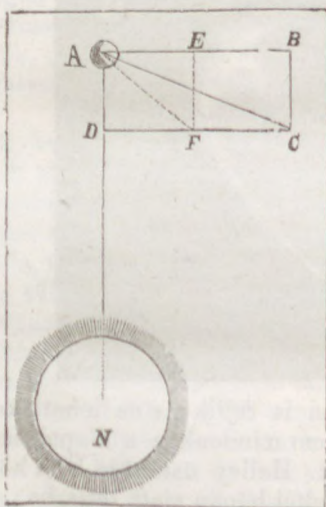


a magban, hanem a Napban is rejlik; s ez lehet oka annak, hogy a csóva majdnem mindenkor a Naptól elfordított oldalra helyezkedik. Halley üstököse Nap körüli pályáját 67 év és negyedfél hónap alatt futja be; a napközelben 12 millió, a naptávolban 732 millió mérföldre esik a Naptól.

126. *Encke-féle üstökös.* — Fölfödöttetett az 1818-dik év végén Pons által Marseilleben; nevét kapta Encke-től, ki, pályáját kiszámolván, visszatérésére az

1822-dik évet tűzte ki, a melyben megis jelent, s május 23-kán fordult meg a napközelben; 1838-dik évben, csekélyebb távolságban levén a Földtől, szabad szemmel is volt látható; s ugyanekkor Merkur mellett haladván el, kedvező alkalmul szolgált e bolygó tömegének meghatározására; október 18-dikán 1858-ban is volt a napközelben, s legközelebbi visszatérése 1862. évben várható. Encke üstökösének alakja gömbszerű, csóvája alig látható; legkisebb távola a Naptól majdnem 7 millió, s a legnagyobb mintegy 84 millió mérföldre becsülszik; pályáját 3 év és negyedfél hónap alatt kerüli meg, mely idő azonban néhány órával folyton kisebbedik; hogy e tűnemény

111. Ábra.



okát kellőleg megért-hessük, legyen *Na* Nap (111. ábra), *A* az üstökös, melyre az *AD* középre tartó és *AB* érintői erő hat, s *AC* legyen az út, melyet az üstökös e két erő hatásánál fogva végetlen kis idő alatt fut be; hamar az *AB* érintői erőnek egy része, például *EB*, valami ellenállás által megsemmisül, akkor az üstökös a hátralevő *AE* és *AD* erő által ugyanazon idő alatt *AF*-ig hajtatik; a honnan önként következik, hogy

ily esetben az üstökös a Naphoz folyton közeledni és pályáját rövidebb idő alatt befutni kénytelen. E tűneményt Encke üstökösénél, tudunkra, más ok nem hozhatja létre, mint a világtérbeli közeg, vagyis a leb; mely,

jöllehet, igen ritka, mégis képes a csekély tömörségű üstökös mozgásának észrevehetőleg ellentállni; és ezt annál biztosabban állíthatjuk, mivelhogy az érintői erőnek eme kisebbedése nagyobb mértékben mutatkozik a napközelben, hol a leb ellenállása szükségképen legnagyobb, részint azért, hogy ott a leb a Nap nehézségi vonzerejének következtében sűrűbb, részint pedig, mivel az üstökös a napközelben legsebesebben halad.

127. *Biela-féle üstökös.* — Nevét nyerte Biela-tól, ki azt februar 27-dikén 1826. évben Prágában fölfödözé, és pályáját is kiszámolá; újlagos megjelenése 1832-dik évre várandónak határoztatott, a mikor meg is jelent, s november 26-kán fordult meg a napközelben. Ezen üstökös szabad szemmel nem látható; a távcső segélyével mag nélküli, s csekély csóvával bíró ködborítéknak látszik. 1845-dik évben újra megjelenvén, semmi föltűnőt nem mutatott; de a következő év elején a közfigyelmet nagy mértékben magára vonta; mert januar 13-dikán 1846-ban Maury Washingtonban s januar 15-dikén Wichmann Königsbergben észrevevék, hogy egy üstökös helyett kettő látható, melyek mindegyike apró csóvával bírván, egyenlő sebességgel, egymás tözsomszéd-ságában haladott odább. Ugyanazon év februar hónapában e kettős üstökös két sajátzerű tűneménnyel lepte meg az észlelőket: 1) a fényhatályosságra nézve oly időszakai változatokat tüntetett elő, melyeknél fogva majd az egyik, majd meg a másik mutatkozott erősebb fényben; 2) minél inkább közeledtek a napközelhez, annál nagyobbá lön kölcsönös távolságuk, s a napközelben legtávolabbra estek egymástól; ugyanaz tapasztaltatott 1852-dik évben is. Az első tűneményt megfejtendők, jelenleg egyebet nem mondhatunk, mint hogy vagy a fényfejlődési folyam majd az egyik fejben, majd meg a másikkban hathatós; vagy hogy a kettős üstökös részecskéinek állapota vagy helyzete akkint változik, miszerint majd az egyik, majd a másik válik képessé

több napsugárt visszaverni; vagy elvégre, hogy e két ok együtt működve foly be az említett eredmény létrejövetére. Egyébiránt e tűnemény kétséssé teszi azok véleményét, a kik állítják, hogy a Biela-féle üstökös 1846-dik évben vált kettővé; mert vajmi lehetséges az, hogy az már régóta kettős vala, de a kettőnek egyike, mely gyöngébb fényhatályossággal mutatkozott, az említett év előtt nem vétetett észre. — A 2) tűnemény nagyban emlékeztet bennünket azon sajátos taszító erőre, melynek következtében az üstökös részecskéi a csóvába özőnlenek; s vajmi valószínűnek látszik, hogy ezen erő egyenlő természetű azzal, melynél fogva e kettős üstökös fejei, a kölcsönös taszítás következtében, különféle távolságokban egymástól, mutatkoztak; valószínűnek látszik ezen állítás főleg azért, hogy mind a két esetben a hatás a napközelben legnagyobbnak tapasztaltatik. A Biela-féle üstökös a napközelben 17 millió-, a naptávolban 128 millió mérföldnyire van a Naptól; pályáját bejárja 6 év és $7\frac{1}{2}$ hónap alatt; de keringés-ideje, mint az Encke-féle üstökösnél, Plantamour számolásai szerint, szinte kisebbedik.

128. *Faye-féle üstökös.* — A Faye-féle üstökös, melyet Párisban november 22-dikén 1843-ban Faye földözött föl, mag nélküli; csóvája, ugyanazon év december 19-dikén 16 ívpercenyinek mutatkozott, s valódi hosszúsága 100 ezer mérföldnél is hosszabb vala; fényhatályosságát Struve ugyanakkor mintegy 6 vagy 7-ed nagyságú csillagéval fölrőnek találá, s ez üstököst néha szabad szemmel is látni vélé, a mit azonban más észlelők nem tapasztaltak. Keringés-idejét, épen úgy, mint a Biela-féle üstökösnél, többen számolgták; de Le Verrier, a háborokat is fontolóra vevén, azt 2718 napra, vagyis mintegy 7 év- s $5\frac{1}{2}$ hónapra határozta, s visszatértét a napközelbe az 1851. évi ápril 5-dikére megjósolá, a hol az üstökös meg is jelent ápril 1-ső napján; szeptember 12-dikén 1858-ban volt ismét a napközelben, mely al-

kalommal azt Bruhns Berlinben már szeptember 7-kén látta. A napközelben mintegy 35 millió-, a naptávolban 122 millió mérföldre esik a Naptól.

129. *Brorsen-féle üstökös.*— Ezen üstököst földözé föl Brorsen február 26-dikán 1846 ban Kielben. Pályáját mintegy 2031 nap, vagyis hatodfél év alatt futja be; 1851-dik évben, visszatértekor a napközelbe, nem vala szemlélhető; de 1857-ben meglátta azt először Bruhns tudor Berlinben. A napközelben 13 millió-, a naptávolban 64 millió mérföldre esik a Naptól.

130. *D'Arrest-féle üstökös.*— Ezt földözte föl D'Arrest Lipcsében június 27-kén 1851-ben, s 1857-ben a Jóremény fokánál vala ismét látható. Pályáját, D'Arrest számolásai szerint, hetedfél év alatt járja be; a napközelben 24 millió-, a naptávolban majdnem 119 millió mérföldre van a Naptól.

Szólajstrom.

	<i>Szám a.</i>
Állandósága a năprendszernek ; Stabilität des	
Sonnensystemes	84
Álany ; Niccolum	—
Állatöv ; Zodiacus	15
Állatövi fény ; Zodiakallicht	2
Állócsillagok ; Fixsterne	2
Apály ; Ebbe	76
Aranyszám ; Goldene Zahl	72
Aránysúly ; relatives Gewicht	—
Ásvány ; Mineral	—
Átmérő ; Durchmesser	—
Átvonulás ; Durchgang	34, 85
Baktérítő ; Wendekreis des Steinbocks	52
Barázdák ; Rillen	77
Biztosító szelep ; Sicherheitsventil	91
Bolygódok ; Asteroiden	2, 91
Bolygók ; Planeten	2
Fő-mellékbodygók ; Haupt-Nebenplaneten	2
Távcsövesek ; telescopische	79
Alsók, fölsők ; untere, obere	79
Belső, külsők ; innere, äussere	—
Bolygórendszer ; Planetensystem ; Ptolomeusz- féle, egyiptomi, Tycho-féle	81
Bolygószerű köd ; planetarischer Nebel	21
Cseleny ; Manganium	—

	<i>Szám a.</i>
Csillagesoport; Sternhaufen	21
Csillag-elfödés; Sternbedeckung	31
Csillagképek; Sternbilder	15
Csillagnap; Sterntag	29, 59
Csillagóra; Sternuhr	29, 59
Csillagragyogás; Funkeln der Sterne	28
Csillagászati sugártörés; astronomische Strahlenbrechung	50
Csillagtan; Astronomie	4
Csomó; Knoten;	58
Fölszálló, leszálló csomója a holdnak; Aufsteigender, absteigender Knoten d. Mondes	69, 83
Csóva; Schweif	118
Dagály; Fluth	76
Delejes erő; magnetische Kraft	121
Delelés; Culmination; alsó, fölső; untere, obere	9
Délkör; Meridiankreis	9
Délpont; Mittagspunkt	60
Déltávcső; Mittagsrohr	10
Délvonal; Mittagslinie	60
Dudorok; Protuberanzen	39
Eble óramutatója; Ebles Stundenzeiger	60
Égtáj; Weltgegend	9
Egyenes emelkedés; Rectascension	12
Egyenközény; Parallelogram	56
Egyenközü; Parallel	6
Egyenlítő; Aequator	9
Egyenlítői magasság; Aequatorhöhe	10
Együttállás; Conjunction	72
alsó, fölső; untere, obere	85
Éjegyen negyedlő; Aequinoctial-Colur	52
Éjegyenpont, tavaszi, őszi; Frühling-, Herbst-Aequinoctialpunkt	11, 52
Éjegyenpontok előnyomulása; Praecession der Aequinoctien	30

	<i>Szám a.</i>
Éjszakupont; Nordpunkt	60
Éleny; Oxygen	—
Elhajlás, déli, éjszaki; Declination südliche, nördliche	12
Előmenő; rectograd	79
Első elhajlási kör; erster Abweichungskreis	12
Első nagyságu állócsillagok; Fixsterne erster Grösse	20
Emelkedési töbör; Erhebungskrater	77
Erő; Kraft	4
Erintői erő; Tangentialkraft	56
Estér; Fallraum	85
Esticsillag; Abendstern	87
Észlelet; Beobachtung	4
Év, fordulati, csillagzati, eltérési; Jahr, tro- pisches, siderisches, anomalistisches	61
Közönséges, szökő; gemeines, Schaltjahr	63
Évszakok; Jahreszeiten	67
Fej; Kopf	118
Fekmentes; horizontal	5
Félárnyék; Halbschatten	74
Fénykorona; Lichtkrone	39
Fénykörny; Photosphäre	24
Ferdesége a földpályának; Schiefe der Erdbahn	58
Festeny; Chromium	—
Fiókkör; Epicykel	81
Fokterüleg; Terrassenförmig	77
Forgómérleg; Drehwage	46
Forró öv; heisse Zone	67
Földegyenlítő; Erdaequator	41
Földközeli; Erdnähe; Perigaeum	55
Földközepi hely; geocentrischer Ort	82
Föld-lapulát; Abplattung der Erde	45
Földpálya; Erdbahn	14, 53
Földrajzi hosszúság és szélesség; geographische Länge und Breite	42

Földrajzi mérföld ; geographische Meile ; e munka folytatában mindenütt ily mérföl- det kell érteni, ha e szó minden mellék- let nélkül fordul elő	45
Földtávol ; Apogaeum	55
Földtengely ; Erdaxe	41
Fölület ; Oberfläche	—
Futócsillagok Sternschuppen	2, 108
Függelyes ; senkrecht	6
Gúla ; Pyramide	—
Gyöngé dagály ; Nippfluth	76
Gyupont ; Brennpunkt	55
Gyűrűhegyek ; Ringgebirge	77
Hábor, időszaki, százados ; Perturbation, peri- odische, seculäre	58
Hajnalcsillag ; Morgenstern	87
Hajszálkereszt ; Fadenkreuz	8
Hajtalék ; Parabel	119
Halmozat ; Aggregationszustand	122
Hamany ; Kalium	—
Háromszög ; Dreieck	14
Hátramenő ; retrograd	79
Hegyerek ; Bergadern	77
Hideg öv ; Kalte Zone	67
Holdak ; Monde	2
Holdév ; Mondjahr	72
Holdfogyatkozás, részleges, teljes ; Mondfin- sterniss, partielle, totale	74
Holdkör ; Mondeyklus	72
Holdlibegés, hosszúsági, szélességi, látközi ; Mond-Libration, der Länge, Breite, paral- laktische	71
Holdváltozatok ; Mondphasen	72
Hőmérsék, világtérbeli ; Temperatur des Welt- raumes	3

Hónap, csillagzati, eltérési, fordulati; Monat, siderischer, anomalistischer, tropischer .	69
fényváltozati; synodischer	72
Hosszusága a földközelnék; Länge des Peri- gaeums	58
a holdnak; des Mondes	69
a Napnak; der Sonne	52
a napközelnék; des Perihels	85
Ideiglenes csillagok; temporäre Sterne . . .	26
Időegyenlet; Zeitgleichung	59
Időegyenleti tábla; Zeitgleichungs-Tabelle .	60
Időpont; Epoche	85
Időszaki ingadozása a földtengelynek; perio- dische Nutation der Erdaxe	58
Időszaki lebvénycék; periodische Meteorite	113
Inga-kísérlet; Pendelversuch	51
Irányferdülése a fénynek; Aberration des Lichtes	54
Irányferdülési szög; Aberrationswinkel . .	54
Irla; Graphit	117
Ív-fokok, percek, másodpercek; Bogen-Grade, Minuten, Sekunden	6
Kékeny; Cobaltum	—
Kelet; Ost	9
Kemeny; Titanium	—
Kén; Sulphur	—
Kerékkörüli vonal; Epicykloide	81
Keringés, csillagzati, fordulati, fényváltozati, Umlauf, siderischer, tropischer, synodischer	31, 85
Keringés-idő; Umlaufzeit	31, 83
Kerülék; Ellipse	55
Kesreny; Magnesium	—
Kettős csillagok; Doppelsterne	31
Kitérés, legnagyobb; grösste Elongation . .	85
Kovany; Silicium	—

Korong; Scheibe	—
Köb; Cubus	83
Ködboríték; Nebelhülle	118
Ködcsillagok; Nebelsterne	21
Ködfoltok; Nebelflecken	21
Kölebvénycék, fémesek, fémtelenek; Stein- meteorite, mit und ohne Metall	117
Köpernik bolygórendszere; Köpernik's Pla- netensystem	82
Közeg; Mittel	—
Középfutó erő; Centrifugalkraft	56
Középkülség; Excentricitát	55
Középre tartó erő; Centripetalkraft	56
Közös súlypont; gemeinschaftlicher Schwerpunkt	31
Központi erők; Centralkräfte	56
Központi test; Centralkörper	84
Kúp; Kegel	—
Lábellenesek; Antipoden	5
Látkör, látszólagos, valódi; Horizon, schein- barer, wahrer	5
Látköz, napi, évi; Parallaxe, tägliche, jährliche	14
látköri; horizontal	34
egyenlítői; aequatorial	68
Leb; Aether	3
Lebvény-bolygódok; Meteor-Asteroiden	2, 108
Lebvénycse; Meteorit	108
Lebvénycvas; Meteoriteisen	—
Légapály, légdagály; Luftebbe, Fluth	76
Légeny; Nitrogen	—
Légfolyam, sarki, egyenlítői; polar, aequato- rial Luftstrom	51
Légköneg; Ammoniak	—
Légkörny; Atmosphäre	49
Légsúlymérő; Barometer	—
Lengés-sík; Schwingungsebene	51

	<i>Szám a-</i>
Mag; Kern	118
Magassága a csillagoknak; Höhe der Sterne	8
Megsugárzás; Irradiation	23, 110
Mentelék; Hyperbol	119
Mérsékelt öv, gemässigte Zone	67
Mészeny; Calcium	—
Mozgás, napi; tägliche Bewegung	10
Központi; Centralbewegung	56
Mutató; Zeiger, Gnomon	60
Napállási negyedlő; Solstitial-Colur	52
Napálláspont, nyári, téli; Sommer-, Winter-Solstitialpunkt	10, 52
Napfogyatkozás, teljes, részleges, gyűrűalakú; Sonnenfinsterniss, totale, partielle, ringförmige	75
Napfoltok, világosak, sötétek; Sonnenflecken, helle, dunkle	34
Napi nap, valódi, közép; Sonnentag, wahrer, mittlerer	59
Napkör; Sonnencyklus	63
Napközepi hely; heliocentrischer Ort	82
Napóra, vizirányos, tetőirányos; Sonnenuhr, horizontale, vertikale	60
Nappálya; Ekliptik	11, 52
Naprendszer; Sonnensystem	—
Naptár, ó, új; Kalender, alter, neuer	63
Négyzet; Quadrat	83
Nehézség; Schwere	4, 56, 84
Nyugat; West	9
Űn; Zinn	—
Ősanyag; Urstoff	3
Összehajló; convergirend	6
Özönlés; Strömung	121
Pályaelemek; Bahnelemente	85
Pályahajlás; Neigung der Bahn	58, 69, 83

Szám a.

Pásztássszelek; Passatwinde	51
Pörgetyű; Kreisel	51
Ragyola; Augit	117
Ráktérítő; Wendekreis des Krebses	52
Révidő; Hafenzeit	76
Réz; Kupfer	—
Röppentyű; Rakete	126
Sánczterület; Wallebene	77
Sark, északi, déli; Nord-, Süd-Pol	9
Sárkány-hónap; Drachenmonat	69
Sarkcsillag; Bolarstern	10
Sarkfény; Polarlicht	—
Sarkkörök, északi, déli; Polarkreise, nördli- cher, südlicher	52
Sarkkörüli csillagok; Circumpolarsterne	10
Sarkmagasság; Polhöhe	10
Sarkulásmutató; Polariscope	24
Sebessége a fénynek; Geschwindigkeit des Lichtes	54
Sekélyár; Seichtwasser	76
Sötét Napok; dunkle Sonnen	27
Sugárzási pont; Radiationspunkt	113
Sujtány, sötét, világos; Streifen, dunkler, heller	102
Szak, nappali, éji; Tag-, Nacht-Periode	65
Szállítókör; Deferent	81
Szarufényle; Amphibol	117
Százados ingadozásai a földpályának; Seculäre Nutationen der Erdbahn	58
Szélessége a holdnak; Breite des Mondes	69
Szembenállás; Opposition	72
Szemcsés; Körnig	—
Széneny; Carbonium	—
Szénsav; Kohlensäure	—
Szent év; heiliges Jahr	80
Széthajló; divergirend	6

Szikený ; Natrium	—
Szikéleg ; Natron	—
Szórványos lebvénycék ; sporadische Meteorite	113
Szotisz-féle időköz ; Sothis-Periode	80
Szög ; Winkel	6
Szögirányos ; Diagonale	56
Szögmérő ; Theodolit	8
Szökő dagály ; Springfluth	76
Szökő hónap ; Schaltmonat	72
Szürkület, polgári, csillagászati ; Dämmerung, bürgerliche, astronomische	49, 66
Szürkületív ; Dämmerungsbogen	49
Találkozás ; Syzigien	72
Talppont ; Nadir	5
Tavaszpont ; Frühlingspunkt	11
Tejút ; Milchstrasse	21
Tengeri sarkfolyam ; Polarstrom des Meeres	47
Tényleg visszatérő üstökösök ; factisch wieder- kehrende Kometen	120
Térfogat ; Rauminhalt	—
Téritőkör ; Wendekreis	52
Természettörvény ; Naturgesetz	4
Tetőirányos ; vertikal	5
Tetőpont ; Zenith	5
Timany ; Alumium	—
Töbör ; Krater	77
Tömeg ; Masse	—
Tömöttség, közép ; Dichte, mittlere	46
Tünemények ; Phänomene	4
Tűzgömbök ; Feuerkugeln	2, 108
Úszály ; Schleppe	—
Üstökös ; Komet	—
Választóvíz ; Scheidewasser	—
Változékony csillagok ; Veränderliche Sterne	5
Vasólecs ; Eisenoxydul	127

Szám a.

Vaskénecs; Eisensulphuret	—
Vaslebvénycék; Eisenmeteorite	117
Védüveg; Blendglas	34
Vegyrokonság; chemische Verwandschaft	57
Vezérsugár; radius vector; Leitstrahl	55
Világtáj; Weltgegend	9
Világtengely; Weltaxe	9
Világtérbeli-föllegek, közeg; Wolken, Mittel des Weltraumes	3
Vilany; Phosphor	—
Vilódzás; Phosphorescenz	87
Visszatérő üstökösök; wiederkehrende Kometen	120
Viz-apály, -dagály; Wasser-Ebbe, -Fluth	76
Vizpárák; Wasserdünste	—
Vizbuborékok; Wasserbläschen	—
Zömárnyék; Kernschatten	74

TARTALOM.

BEVEZETÉS.

1. A világtestek és világtér.
2. Az égi testek nevei.
3. A világtér anyaga és hőmérséke.
4. Tünemények, erők, természettörvények, észleletek, csillagtan.
5. Tető- és talppont, lábellenesek, látkör.
6. A körvonal fölosztása, egyenközü, össze- és széthajló vonalak, szögek, függélyes vonal.
7. Látszólagos és valódi nagyság és távolság.
8. A csillagok magassága s a szögmérő.
9. Délkör, világtájak, egyenlítő.
10. Az éggömb napi mozgása.
11. A csillagok kölcsönös fekvésének változata s a nappálya.
12. A csillagok fekvésének meghatározása.
13. Az égboltozat lerajzolása.
14. A csillagok távolának határozásmódja s a látköz.

I. Állócsillagok.

15. Csillagképek.
16. Az állócsillagok nevei.
17. A csillagok osztályozása fényhatályosságuk szerint.
18. A szabad szemmel látható csillagok száma.
19. A távcsők rövid története.
20. A távcsöves csillagok száma.
21. Csillagcsoportok, tejút, ködfoltok.
22. A csillagok elhelyzésének törvénye.
23. Az állócsillagok átmérője és látköze.
24. Az állócsillagok fényforrása.

25. Változékony csillagok.
26. Ideiglenes csillagok.
27. A változékony és ideiglenes csillagok tűneményének magyarázata.
28. A csillagok színei.
29. Az állócsillagok napi mozgása.
30. Az elhajlás és egyenes emelkedés változatai.
31. Kettős csillagok.
32. Kettős csillagok sötét Napokkal.
33. A mi Napunk haladó mozgása.

II. A naprendszer.

A) A Nap.

34. A Nap távolsága a Földtől.
35. A Nap kiterjedése, tömege és vonzereje.
36. A napfoltok.
37. A Nap forgása tengelye körül.
38. A napfoltok magyarázata s a fénykörny.
39. A fénykorona és dudorok.
40. A Nap fényhatályosságának változékonyasága.

B) A Föld.

41. A Föld alakja.
42. A földrajzi szélesség és hosszúság.
43. A földrajzi szélesség meghatározása.
44. A földrajzi hosszúság meghatározása.
45. A Föld lapulata és kiterjedése.
46. A Föld tömötsége és súlya.
47. A Föld fölülete.
48. A Föld belsejének tömötségi és hőmérséki viszonyai.
49. A légkörny.
50. Csillagászati sugártörés.
51. A Föld forgása tengelye körül.
52. A Nap látszólagos évi mozgása.
53. A Nap évi mozgásának magyarázata.
54. E magyarázat helyes volta.
55. A földpálya kerülékszerű alakkal bír.
56. A Föld évi mozgását szabályozó erők.
57. Laplace nézete naprendszerünk alakulásáról.
58. A háborok.
59. A napnak nevezett időköz.
60. Napórak.
61. Az évnék nevezett időköz.
62. A tavaszi éjgyenpont meghatározása.

63. A naptárak.
64. A csillagászati adatok történelmi jelentősége.
65. A nappali és éji szakok.
66. A szürkület.
67. Az évszakok.

C) A Föld holdja.

68. A hold kiterjedése és távolsága a Földtől.
69. A hold keringő mozgása a Föld körül.
70. A holdnak tengely körüli forgása.
71. A holdlibegések.
72. A holdváltozatok.
73. A holdmozgással járó egyéb tünetmények.
74. A holdfogyatkozás.
75. A napfogyatkozás.
76. Apály, dagály s a hold tömörsége.
77. A holdfölkület alakja.
78. A hold légköre és vize.

D) A bolygókról általában.

79. A bolygóknak némely közös sajátosságai, osztályozása és mozgás-nemei.
80. A csillagászat bölcsekorának rövid történelme.
81. A bolygók keringő mozgásának megkísérlett magyarázata.
82. Köpernik bolygórendszere.
83. Kepler törvényei.
84. Newton nézete a bolygók mozgását szabályozó erőkről.

E) Belső bolygók.

85. Merkúr.
86. A Naphoz Merkurnál is közelebb eső bolygók.
87. Vénusz.
88. Vénusz állítólagos holdja.
89. Föld.
90. Marsz.

F) Bolygódok.

91. A bolygódokról általában.
 92. A bolygódok újabb és régiebb jegyei.
 93. A bolygódok fölfödözési ideje, a fölfödözésnek és fölfödözés helyeinek nevei.
 94. Huszonhat bolygódok középfényhatályosságai és átmérői Argelander szerint.
 95. A bolygódok középtávolsága a Naptól, összehasonlítva a Föld ebbeli távolával, s a Nap körüli pályáik középkülisége.
- Népszerű csillagászat.

96. A bolygódok közép, legnagyobb és legkisebb távolsága a Naptól.
 97. A bolygódok legnagyobb és legkisebb távolsága a Földtől.
 98. A bolygódok Nap körüli keringésének ideje.
 99. A bolygódok által egy nap alatt befutott ívek középsebessége a pályahajlás.
 100. A bolygódok napközelinek és főlészálló csomójának szövege.
 101. A bolygódok időpontja.

G) Külső bolygók.

102. Jupiter.
 103. Jupiter holdjai.
 104. Szaturnusz és mellék-bolygói.
 105. Uranusz és holdjai.
 106. Neptunusz és holdja.

H) Az állatövi fény.

107. Az állatövi fény természetéről.

I) Lebvény-bolygódok.

108. Futócsillagok tűzgömbök.
 109. A lebvény-bolygódok fénytűnényei.
 110. A lebvény-bolygódok sebessége, magassága, nagysága.
 111. A lebvény-bolygódok hangtűnényei.
 112. A lebvény-bolygódok megjelenés-ideje.
 113. A lebvény-bolygódok pályá-irányai.
 114. A lebvény-bolygódok égi testek.
 115. A lebvény-bolygódok időszakosságának megfigyeltése.
 116. A lebvény-bolygódok Földre hullásának tűnényei.
 117. A lebvény-bolygódok alkészerei és külső ismérvei.

K) Űstökösök.

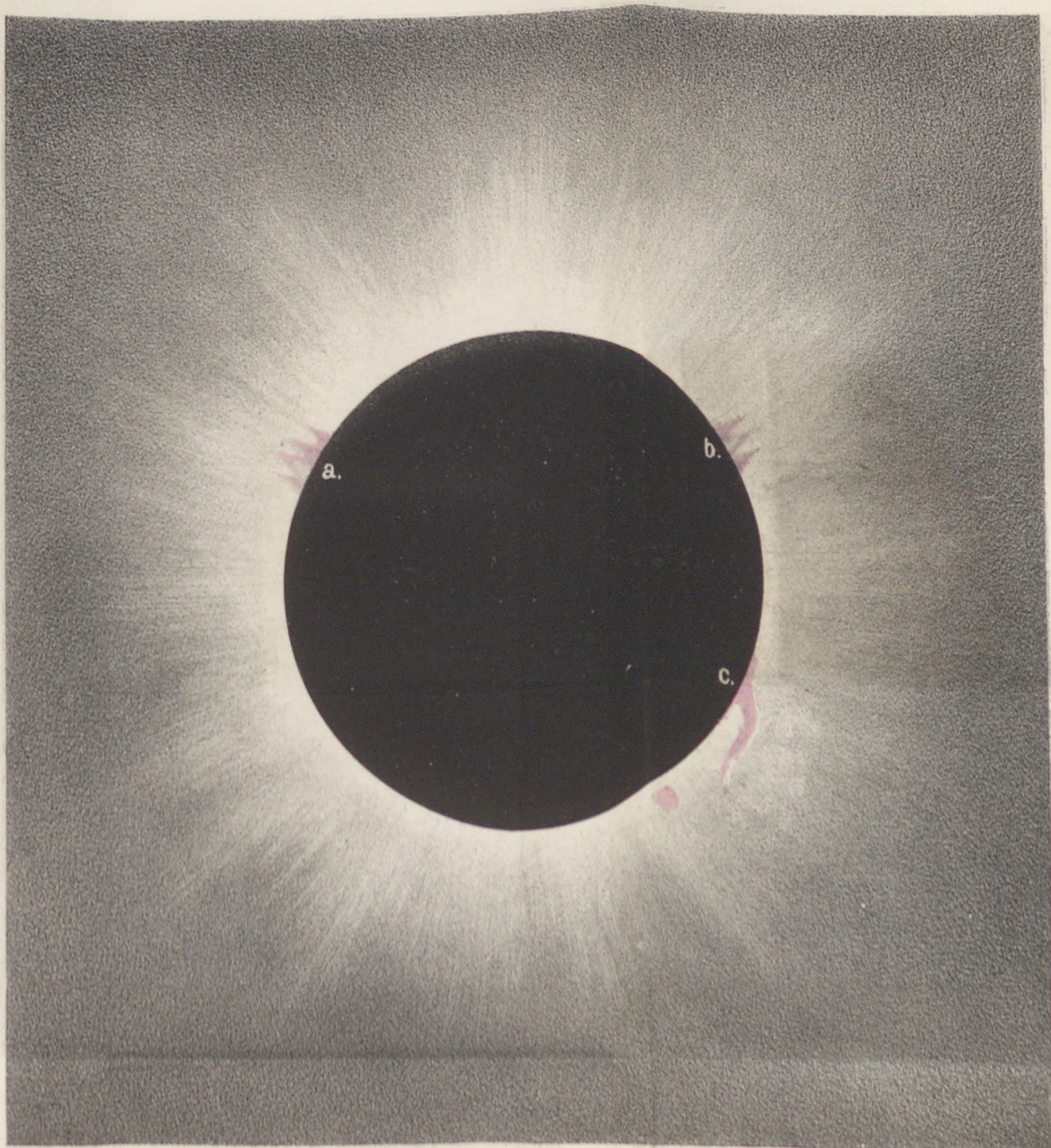
118. Az űstökösök külseje.
 119. Az űstökösök pályáinak alakja.
 120. Az űstökösök pályáinak meghatározás-módja.
 121. Az űstökösök terjedése.
 122. Az űstökösök fénytűnényei és halmozata.
 123. Az űstökösök tömegei és tömörségei.
 124. Halley-féle űstökös.
 125. Encke-féle űstökös.
 126. Biela-féle űstökös.
 127. Faye-féle űstökös.
 128. Brorsen-féle űstökös.
 129. D'Arrest-féle űstökös.

A tetemes hibák ekkép kijavítandók.

P. Sor.	Helyett :	Olvasd :
2 15	FE=NO	FE NO
2 17	egyközű	egyenközű
9 18	azokkali	azokkal
8 8	1620-dik	1611-dik
2 34	tényfejlődés	fényfejlődés
6 3, 20	földabroszon, földabroszt	csillagabroszon, csillagabroszt
36 35	kereke ; i	kerekei ;
37 3	nevezett	neveztetett
38 24, 28	földabrosz, földabroszon	csillagabrosz , csillagabroszon
38 32	bv	bV
38 36	v ponttal, av	V ponttal, aV
39 2	avb	aVb
39 6	avb és cvd	aVb és cVd
39 12	mindenik	mindenek
71 28	be	bV
77 7	átvonulásukkor	átvonulásokkor
97 15	hatodfészterinek	hatodfészterinek
98 6	mely az éjszaki sark-körig	mely az éjszaki sarktól az éjszaki sarkkörig
01 2	főlöttünk	főlöttük
04 12	ag	ag
22 1	különböztetik	különbözhetik
30 17	ih	ik
32 24	földtávolban	a földtávolban
35 5	lebvénybolygódok	lebvénybolygódok
59 10	$\frac{15}{28}$	$\frac{15}{28} =$

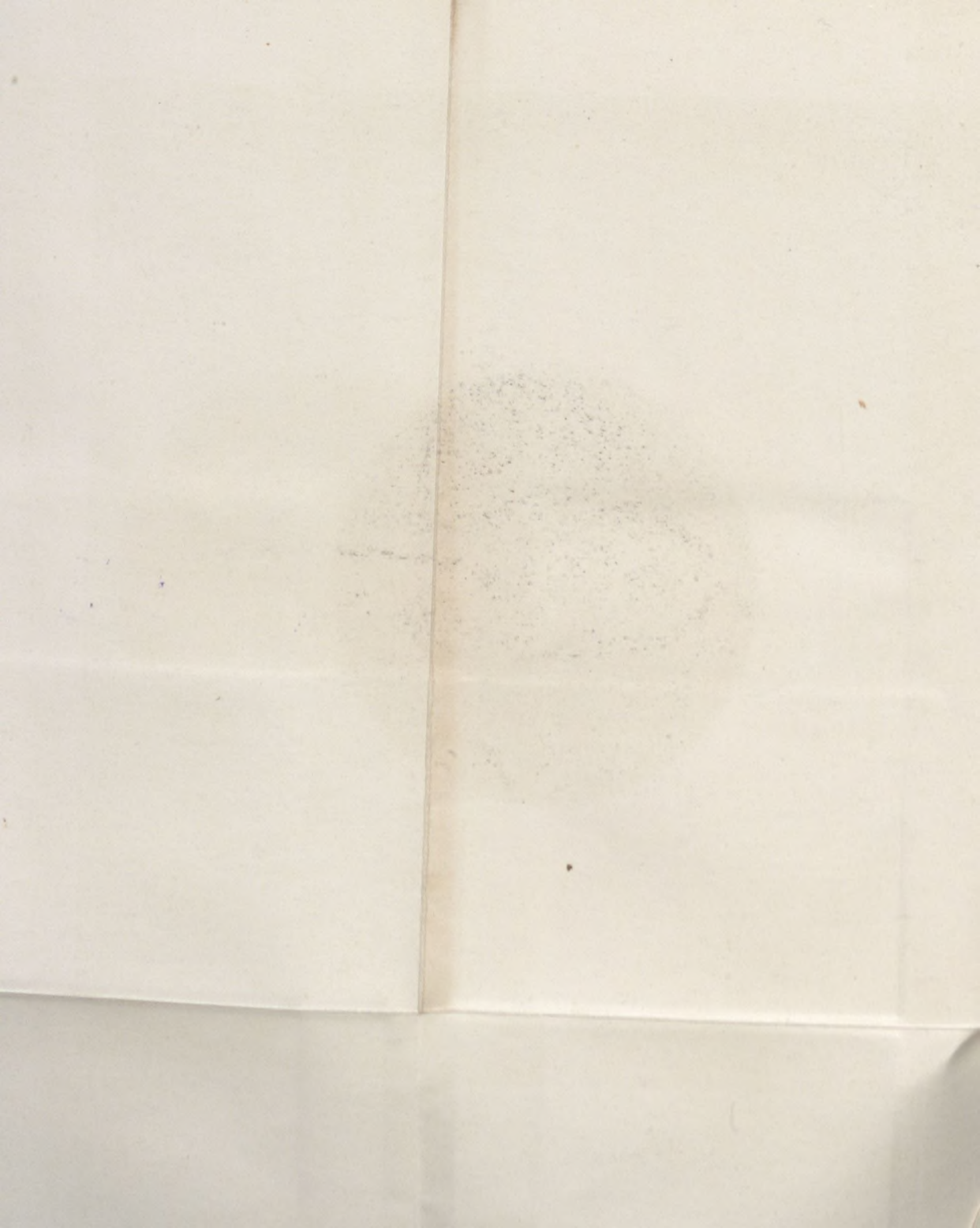
167	6	napkorong	a napkorong
170	31	e-ig	f-ig
170	32	f-ben	e-ben
190	9	föl-ületétől	fő-lületétől
193	9	föltalálható	föltalálható ;
197	29	magasságú térte	magasságát érte
204	1	Hansem	Hansen
213	20	Morkur	Merkur
229	7	Z-ben	z ben
232	33	foltott	foltot
242	5	Naptél	Naptól
272	36	fél akkorának	akkorának
273	30	meghatározha ó	meghatároató
276	14	sznét	szinét
277	14	s csak	csak





Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris 1864

Az 1851^{dik} évi július 28^{dikán} észlelt napfogyatkozás.



DÉL.

II. Tábla.



ÉJSZAK.

A hold ábrája.





**MTA
KIK**



THEOLOGY'S